

**Untersuchungen über das
Blühen und Keimen
in der Gattung Alnus B. Ehrd.**

Gisela Eicke
—

1974
—

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS BLÜHEN UND KEIMEN
IN DER GATTUNG ALNUS B.Ehrd.

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig - Maximilians - Universität
zu München

vorgelegt von
Gisela Eicke

1973



Berichterstatter:

1. Prof. Dr. A. von Schönborn
2. Prof. Dr. P. Schütt

Tag der mündlichen Prüfung:

6. 2. 1974

Vorwort

Zu Beginn meiner Institutstätigkeit hatte mir Professor Dr. E. R o h m e d e r eine Dissertation angeboten mit dem Titel "Blühen, Fruchten, Keimen in der Gattung Alnus", wie sie in ähnlicher Weise für die Gattungen Acer und Tilia bereits vorlagen. Ein wesentlicher Teil der Arbeit sollten Kreuzungsexperimente mit Rot- und Weißerle sein, die ebenso wie die Untersuchungen über das Fruktifizieren der Erlenarten wegen verschiedener mißlicher Umstände nicht zu Ende geführt werden konnten. Nach mehreren Fehlschlägen wurde schließlich das Thema der Arbeit auf die jetzt vorgelegte Fassung geändert, wobei nunmehr neben den Blühverhältnissen das Keimverhalten der Erle im Vordergrund steht. Mit Dank für seine vielseitigen Anregungen möchte ich an dieser Stelle des im Jahre 1972 verstorbenen Herrn Prof. em. Rohmeder gedenken.

Sein Nachfolger Professor Dr. A. von S c h ö n b o r n hat mir entgegenkommenderweise die Möglichkeit geboten, die begonnene Arbeit fortzusetzen und abzuschließen. Für seine Unterstützung und fördernde Beratung möchte ich ihm herzlich danken.

Herrn Akad. Direktor Dr. E. W e b e r gilt mein Dank für seine erfahrene Beratung bei der Anlage und Auswertung der Versuche.

Herrn Oberforstmeister Dr. J. B a c h l e r danke ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung des Materials.

Inhalt

Seite

1	Untersuchungen zu den Blütenverhältnissen der Roterle (<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.) und Weißerle (<i>Alnus incana</i> (L.) Moench.)	1
1.1	Einleitung	1
1.2	Material und Methode	3
1.3	Ergebnisse für Roterle	11
1.3.1	Blütenansatz 1967	11
1.3.2	Zusammensetzung der Gesamtblütenstände	11
1.3.3	Das Geschlechterverhältnis	13
1.4	Ergebnisse für Weißerle	16
1.4.1	Blütenansatz 1967	16
1.4.2	Zusammensetzung der Gesamtblütenstände	17
1.4.3	Das Geschlechterverhältnis	19
1.5	Statistische Prüfung	21
1.6	Abnormitäten	21
1.7	Diskussion	26
1.8	Zusammenfassung	29
2	Untersuchungen zur Frage der endogenen Rhythmik in der Keimbereitschaft von Roterlensaatgut	31
2.1	Literatur	31
2.2	Eigene Untersuchungen	35
2.2.1	Material und Methode	35
2.2.2	Ergebnisse	39
2.2.2.1	Keimverhalten der Proben	39
2.2.2.2	Unterschiede der Keimverfahren	44
2.2.2.3	Ansatztermin und Keimbereitschaft	47
2.2.2.4	Statistische Prüfung	57
2.2.2.5	Hell-Dunkel-Versuch	59
2.2.3	Diskussion	62
2.2.4	Zusammenfassung	66

3	Auswertung langjähriger Keimprüfungs- ergebnisse von Roterle (<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.) und Weißerle (<i>Alnus incana</i> (L.) Moench.)	68
3.1	Einleitung	68
3.2	Saatgutproben und Verfahren der Keim- untersuchung	68
3.3	Vorbereitung für die statistische Auswertung	70
3.4	Ergebnisse	72
3.4.1	Roterle	72
3.4.1.1	Die Reinheit	72
3.4.1.2	Unterschiede der Keimverfahren	74
3.4.1.3	Unterschiede der Erntejahre	79
3.4.1.4	Herkünfte	82
3.4.1.5	Älteres Saatgut	84
3.4.2	Weißerle	85
3.4.2.1	Die Reinheit	85
3.4.2.2	Unterschiede der Keimverfahren	87
3.4.2.3	Unterschiede der Erntejahre	91
3.5	Diskussion	93
3.5.1	Keimverfahren und Keimungsdauer	93
3.5.2	Erntejahre und Keimniveau	96
3.5.3	Untersuchung von einem Gramm ungereinigtem Saatgut	97
3.5.4	Normwerte	98
3.6	Zusammenfassung	100
4	Literaturverzeichnis	102

- 1 UNTERSUCHUNGEN zu den BLÜTENVERHÄLTNISSEN der
ROTERLE (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) und
WEISSERLE (*Alnus incana* (L.) Moench.)

1.1 Einleitung

Die Zugehörigkeit der Gattung *ALNUS* zur Ordnung der FAGALES und innerhalb derselben zur Familie der BETULACEAE ist unbestritten. Damit gehört die Gattung in die Gruppe der Kätzchenblütler (Amentiflorae), die von FIRBAS (1966, in STRASBURGER, Lehrbuch der Botanik) wohl als ursprünglich windbestäubt aufgefaßt wird, während EHRENDORFER (1971, in STRASBURGER, Lehrbuch der Botanik) diese als eine sekundär windblütige Gruppe betrachtet. In jedem Fall sind die Kätzchenblütler gekennzeichnet durch häufig eingeschlechtige, sehr einfache Blüten mit unscheinbarem oder gänzlich fehlendem Perianth. Die Einzelblüten stehen meistens in ährenförmigen Blütenständen zusammen, die man Kätzchen nennt. Diese sind wiederum in trugdoldenartigen Gesamtblütenständen angeordnet (HEGI, 1957, S. 168, 177). Bei *ALNUS* fallen die männlichen Kätzchen bald nach dem Blühen ab, während die weiblichen als holzige Fruchtstände (sog. Zäpfchen) mehrere Jahre am Baum verbleiben können, wobei die Früchte nach der Reife im Herbst des Blühjahres entlassen werden.

Die männlichen Kätzchen setzen sich aus dreiblütigen Dichasien zusammen, während die weiblichen zumeist nur zweiblütige Dichasien bilden, weil in der Regel die Mittelblüte reduziert ist. Die Dichasien stehen in den Achseln der Deckblätter, welche bei den weiblichen Blüten später zusammen mit den Vorblättern zu den holzigen Fruchtschuppen der weiblichen Zäpfchen verwachsen (FIRBAS, 1966, HEGI, 1957). Der Fruchtknoten enthält zwei anatrophe Samenanlagen, von denen sich

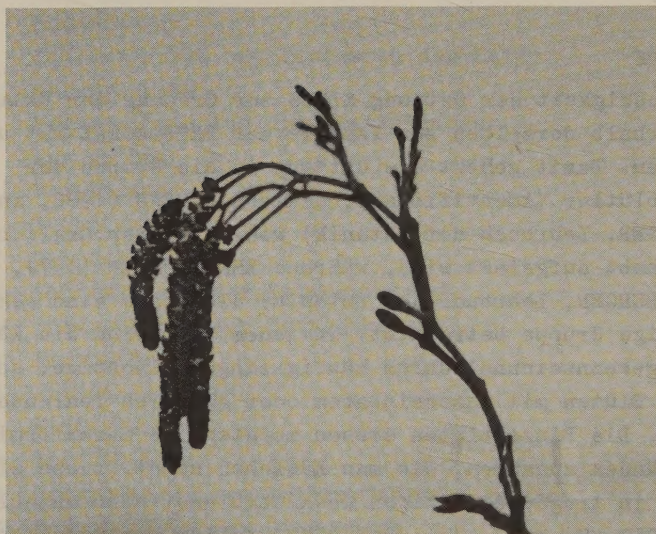


Abb.1 Blütenzweig von Roterle im Aufblühen

nur eine zu einer einsamigen, endospermlosen, mehr oder weniger geflügelten Nuß entwickelt.

Nach SCHULZ (1892) finden sich aber auch immer andere Formen der Ausbildung bzw. Reduktion, auf die später noch einzugehen sein wird.

Sowohl die weiblichen als auch die männlichen Kätzchen stehen in Trugdolden am Ende der blühfähigen (einjährigen) Zweige oberhalb der Blattknospen. Innerhalb dieser Gesamtblütenstände werden die weiblichen Kätzchen an der Basis gebildet. Nach dem Erblühen hängen aber die gestreckten männlichen Kätzchen soweit herunter, daß die weiblichen über ihnen zu stehen scheinen (Abb. 1).

Es war das Ziel eigener Untersuchungen jeweils die Anzahl der weiblichen und männlichen Kätzchen in einem Gesamtblütenstand sowie ihre Zusammensetzung und Verteilung innerhalb der Baumkrone festzustellen.

1.2 Material und Methode

Im Winter 1966/67 konnten durch die freundliche Unterstützung der Oberforstdirektion München insgesamt 22 Bäume in neun oberbayerischen Forstämtern gefällt und zur Analyse herangezogen werden. Es handelte sich bei der Roterle durchwegs um ältere Stämme (Übersicht 1 und Abb. 1a), vielfach bereits mit Faulkern, während das Alter bei den Weißerlen wesentlich niedriger war (Übersicht 2).

Da das Abpflücken der Blütenstände am stehenden Stamm technisch nicht durchführbar ist, mußte die Untersuchung einmalig auf die gefällten Bäume beschränkt bleiben. Damit ist jede verallgemeinernde Aussage über die Blühverhältnisse anderer Jahre oder bestimmter Sonderherkünfte (z.B. "Seeshaupt", "Rott am Inn") unmöglich. Auch der Vergleich der beiden Erlenarten kann nur für das Untersuchungs-jahr

Übersicht 1

Beschreibung der R o t e l e n - Probebäume

Forstamt	Stamm- länge (m)	Kronen- länge (m)	Bhd (cm)	Alter (geschätzt)	Bemerkungen	Blütenanzahl gesamt (Probe)	insgesamt (geschätzt)
<u>Seeshaupt</u>							
Baum Nr. 1	27,5	9,5	36	70	Stamm gesund	1 178	2 356
Baum Nr. 2	26,0	8,0	44	80	schwache Krone	471	942
Baum Nr. 3	25,0	9,0	45	75	etwas faul, drehwüchsig	1 607	4 821
Baum Nr. 4	26,5	8,5	48	80	gesund, volle Krone	1 904	3 808
					gleichmäßig voll		
<u>Wasserburg</u>							
Baum Nr. 1	25,0	8,0	44	95	obere Krone	793	2 379
Baum Nr. 2	25,5	6,0	46	90	reichlich Blüten	823	1 646
Baum Nr. 3	28,0		44	95	starker Faulkern	431	862
					Wasserreiser bis unten, wenig Blüten		
<u>Schongau</u>							
Baum Nr. 1	26,0	9,0	38	75-90	freistehende Krone	1 022	3 066
Baum Nr. 2	25,0	9,5	41	70	Wasserreiser	240	480

Übersicht 2

Beschreibung der W e i ß e r l e n - Probebäume

Forstamt	Stamm- länge (m)	Kronen- länge (m)	Øhd (cm)	Alter (geschätzt)	Bemerkungen	Blütenanzahl gesammelt (Probe)	insgesamt (geschätzt)
<u>Reichenhall-S</u>							
Baum Nr. 1	18	9	21	30	Freistand, Wasser- reiser bis unten	692	1 384
Baum Nr. 2	14	4	14	30	beginnender Faulkern, einzelne Wasserreiser	230	460
Baum Nr. 3	12	5	17	35	Freistand, Säbelwuchs	459	918
<u>Reichenhall-N</u>							
Baum Nr. 1	15	9	23	40	keine deutliche Krone, gesund	525	1 050
Baum Nr. 2	12	4	18	50	stark abholzig	397	794
<u>Kreuth</u>							
Baum Nr. 1	11	5	15	35	Stockausschlag	525	1 050
Baum Nr. 2	9	4	13	35		290	580
<u>Anzing</u>							
Baum Nr. 1	12	5	28	40	Faulkern, Wasserreiser	697	1 394
Baum Nr. 2	14	7	27	45	Gute Krone, wenige Wasserreiser	502	1 506
<u>Wolfratshausen</u>							
Baum Nr. 1	16	6	23	40	guter Blütenansatz, Faulkern	655	1 513
Baum Nr. 2	13	6	26	45	einzelne Wasserreiser	495	1 220
<u>Moosburg</u>							
Baum Nr. 1	13	7	21	35	aus Pflanzung (?)	337	674
Baum Nr. 2	15	9	25	45	leichter Faulkern	400	800



Abb. 1a Roterlen-Altbestand im FA Seeshaupt
(Sonderherkunft)

angestellt werden.

Je nach Stärke des Blütenansatzes wurde von den Probebäumen etwa ein Drittel oder die Hälfte der Blütenstände gesammelt. Dabei war stets darauf zu achten, daß die unteren, mittleren und oberen Kronenteile in möglichst gleichem Maße Berücksichtigung fanden. Im Labor sind dann die Blüten baumweise gezählt und deren Verteilung in den Gesamtblütenständen im einzelnen analysiert worden. Neben den "normalen" Gesamtblütenständen mit einem weiblichen und einem männlichen Verzweigungssystem wurden besonders auch vorhandene eingeschlechtige Gesamtblütenstände und extrem vielblütige Aufbauformen untersucht.

Um die häufig kompliziert beschaffenen Blütenverhältnisse der Erlen darlegen zu können, werden folgende Definitionen gegeben in Anlehnung an HEGI (1957) und im weiteren Text auch mit entsprechenden Abkürzungen benutzt:

Einfacher Blütenstand oder Kätzchen, normalerweise nur weibliche oder nur männliche Einzelblüten enthaltend;
weibliches Kätzchen = w. K.
männliches Kätzchen = m. K.

In einem Verzweigungssystem stehen Kätzchen eines Geschlechts jeweils in verschiedener Anzahl zusammen;
weibliches Verzweigungssystem = w. Vs.
männliches Verzweigungssystem = m. Vs.

Ein Gesamtblütenstand wird von mehreren Verzweigungssystemen gebildet, normalerweise enthält er ein weibliches und ein männliches Verzweigungssystem (Abb. 2);
"normaler" Gesamtblütenstand = w.+m. Gbl.

Der mehrfach zusammengesetzte Gesamtblütenstand wird durch Zusatz entsprechender Ziffern beschrieben, z.B. 2 w.+1 m.Gbl. = zwei weibliche und ein männliches Verzweigungssystem, (Abb. 3, 4, 5).

Im Extremfall können Verzweigungssystem und Gesamtblütenstand auf nur ein Kätzchen bzw. auf nur ein Verzweigungssystem oder auf mehrere Vs. gleichen Geschlechts reduziert sein, so daß Eingeschlechtigkeit in einem Gbl. auftritt (Abb. 6 rein weiblicher, Abb. 7 rein männlicher Gbl.).



Abb.2 "Normaler" Gesamtblütenstand
1 weibliches + 1 männliches
Verzweigungssystem



Abb.3 Mehrfach zusammengesetzter Gesamtblütenstand
2 weibliche + 1 männliches Vs.

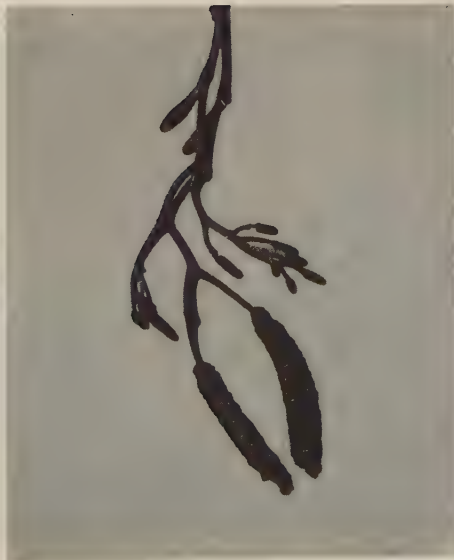


Abb.4 1 männliches zwischen 2 weiblichen
Verzweigungssystemen



Mehrfach zusammengesetzte Gesamtblütenstände
Abb.5 1 weibliches + 2 männliche
Verzweigungssysteme

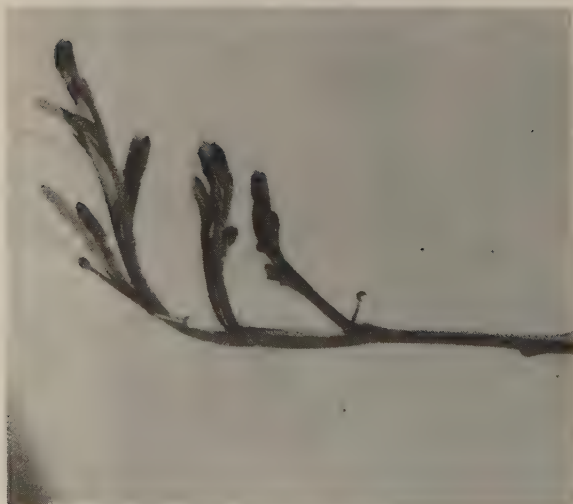


Abb. 6 Rein weiblicher Gesamtblütenstand
aus drei Verzweigungssystemen



Abb. 7 Rein männlicher Gesamtblütenstand
aus drei Verzweigungssystemen

1.3 Ergebnisse für Roterle

1.3.1 Blütenansatz 1967

Für die Roterle (*ALNUS glutinosa* (L.) Gaertn.) ergaben sich bei neun Probebäumen aus drei Forstämtern folgende Blütenverhältnisse:

Nach dem Ergebnis der Auszählung schwankt die Zahl der gesammelten Gesamtblütenstände (Gbl.) zwischen 240 und 1904 pro Baum, der Durchschnittswert liegt bei 940 Gbl. pro Baum. Da zwischen den Kronenteilen weder in der Menge des Blütenansatzes noch im Aufbau der verschiedenen Gbl. signifikante Unterschiede gefunden wurden, kann im folgenden eine Trennung nach Kronenteilen unterbleiben.

Die errechnete Gesamtzahl der vorhandenen Gbl. betrug (entsprechend der gesammelten Teilmenge) für den Blütenjahrgang 1967 etwa 480 bis 4 800 Gbl. pro Baum, der Mittelwert liegt bei einer Größenordnung von etwa 2 250 Gbl. pro Baum (Tab. I, Anhang).

1.3.2 Zusammensetzung der Gesamtblütenstände

Der "normale" Gesamtblütenstand setzt sich zusammen aus einem weiblichen und einem männlichen Vs. mit je drei bis vier Kätzchen (w.+m.Gbl.). Bei der Roterle sind zwischen rd. 57 und 81 % aller Gbl. so aufgebaut, im Durchschnitt rd. 69 % (Übers. 3). Neben diesem vorherrschenden Baumuster treten alle Kombinationen von 1 bis 5 weiblichen mit 1 bis 6 männlichen Kätzchen auf. Der Anteil von w.+m.Gbl. mit nur 1 bis 2 Kätzchen des einen Geschlechts und einer verschiedenen Kätzchenanzahl des anderen Geschlechts ist relativ gering. Noch seltener sind die Extremkombinationen unter Beteiligung von 5 bis 6 männlichen Kätzchen. Die Beteiligung von mehr als 5 weiblichen Kätzchen in einem Vs. wurde nicht gefunden. Insgesamt bestehen zwischen 68 und 87 %, im Mittel rd. 78 % aller Infloreszenzen aus den Gesamtblütenständen

Übersicht 3

Prozentuale Verteilung der Gesamtblütenstände bei Rotterle
bestehend aus

Forstst	nur je 1 W. und 1 M. Verzweigungssystem (Vs.) mit jeweils 1 = 6 M. Kätzchen (K.) und 0 W.K. 1 W.K. 2 W.K. 3 W.K. 4 W.K. 5 W.K.	Zwischen- summe 1 W.+1 M.Vs.	mehreren W. + M. Vs. 2 = 3 W.Vs. 1 M.Vs. + 1 M.Vs. + 2 = 3 M.Vs.	rein weiblichen Vs. nur 1 Vs. 2 = 3 Vs.	rein männlichen Vs. nur 1 Vs. 2 = 3 Vs.	Summe
Seeshaupt Baum Nr.	1 0,1 5,1 2,9 38,1 25,5 1,4 73,1 7,8 0,4 3,1 1,2 13,3 1,3 100,2 2 1,4 1,7 2,7 41,1 33,6 3,3 84,8 3,8 3,8 3,8 7,1 99,5 3 0,2 1,4 3,2 53,5 27,3 1,1 86,7 5,8 1,2 0,7 5,5 99,9 4 2,4 2,8 41,2 20,5 0,6 67,5 0,9 0,2 29,0 2,6 100,2					
Wasserburg Baum Nr.	1 2,5 0,7 4,2 23,0 41,5 7,9 79,8 2,8 3,9 0,5 12,4 0,9 100,3 2 4,9 11,9 48,2 8,5 0,5 74,0 1,7 2,0 0,4 21,7 99,8 3 6,5 3,2 32,8 30,6 2,8 75,9 0,5 4,2 19,5 100,1					
Schongau Baum Nr.	1 0,1 0,9 2,1 38,0 38,1 0,8 80,0 7,7 1,4 0,3 8,2 2,5 100,1 2 5,4 44,2 30,9 0,4 80,9 5,4 1,3 10,5 2,1 100,2					
Mittel		78,1	4,2	2,5	15,2	

mit nur einem weiblichen und einem männlichen Verzweigungssystem (w.+m.Gbl.) bei variierender Kätzchenzahl (Abb. 8).

Der restliche Prozentsatz sind mehrfach zusammengesetzte sowie eingeschlechtige Gesamtblütenstände. Erstere bestehen fast ausschließlich aus 2 bis 3 weiblichen (mit 3 bis 4 w.K.) und einem männlichen Verzweigungssystem; die geschlechtlich umgekehrte Kombination war nur vereinzelt in den Kronen von zwei Bäumen vorhanden. Diesen mehrfach zusammengesetzten Gbl. kommt ein Anteil von maximal 8 % zu, im Durchschnitt rd. 4 %. Die eingeschlechtigen Infloreszenzen sind am gesamten Blütenansatz im Durchschnitt mit rd. 18 % beteiligt, wovon etwa 15 % auf die rein männlichen Gbl. und nur knapp 3 % auf die rein weiblichen entfallen. Die eingeschlechtigen Gbl. sind in der Mehrzahl auf ein einziges Verzweigungssystem reduziert, das heißt, daß im Gegensatz zu den zweigeschlechtigen Infloreszenzen in diesem Falle die aus mehreren Vs. aufgebauten Gbl. nur in geringer Zahl vorkommen (Übers. 3).

1.3.3 Das Geschlechterverhältnis.

Der Vergleich der Kätzchenzahlen ohne Berücksichtigung ihrer Verteilung innerhalb der Gesamtblütenstände gibt Aufschluß über das Verhältnis der beiden Geschlechter. Im Durchschnitt allerneun Bäume treten bei der Roterle 15,4 % mehr männliche Kätzchen auf als weibliche (Übers. 4, Zeile 3). Während bei sieben Roterlen das Verhältnis der weiblichen zu den männlichen Kätzchen ziemlich ausgeglichen ist - die Differenzen liegen in der Größenordnung von ± 10 % - zeigen zwei Bäume einen um 51 bzw. 63 % höheren Anteil an männlichen Kätzchen. Eine wesentliche Ursache hierfür ist der starke Anteil von rein männlichen Blütenständen (Übers. 3, Baum Nr. 4, FA Seeshaupt, Baum Nr. 2, FA Wasserburg).

Rund 78 % der Gesamtblütenstände bestehen aus je 1 w.+1 m.Vs.;

Übersicht 4

Anzahl der weiblichen und männlichen Kätzchen bei der Rotterle

Zeile	Baum	FA Seeshaupt			FA Wasserburg			FA Schongau		
		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 1	Nr. 2
1	Anzahl der weibl Kätzchen (insges. angesetzt)	7 380	3 056	16 074	8 474	7 626	3 800	2 278	10 260	1 490
2	Anzahl der männl Kätzchen (insges. angesetzt)	8 112	2 848	16 602	13 824	6 873	5 732	2 562	11 646	1 538
3	männl. K. in % der w. K. (Zeile 1 w. K. = 100 %)	109,9	93,2	103,3	163,1	90,1	150,8	112,5	113,5	103,2
4	Anzahl der weibl. K. (gesammelt)	3 690	1 528	5 358	4 237	2 542	1 900	1 139	3 420	745
5	Anzahl der gesammelten w. K. in "normalen" Gbl. *)	2 754	1 338	4 547	4 107	2 244	1 733	1 067	2 811	645
6	Zeile 5 in % von Z. 4 (Z. 4 = 100 %)	74,6	87,6	84,9	96,9	88,3	91,2	93,7	82,2	86,6
7	Anzahl der männl. K. (gesammelt)	4 056	1 424	5 534	6 912	2 291	2 866	1 281	3 882	769
8	Anzahl der gesammelten m. K. in "normalen" Gbl. *)	3 000	1 244	4 866	4 400	1 811	2 094	966	2 995	615
9	Zeile 8 in % von Z. 7 (Z. 7 = 100 %)	74,0	87,4	87,9	63,7	79,0	73,1	75,4	77,2	80,0
10	m. K. in % der w. K. (gesammelt). (Z. 8 in % von Z. 5, Z. 5 = 100 %)	108,9	93,0	107,0	107,1	80,7	120,8	90,5	106,5	95,3

*) Ein "normaler" Gbl. ist ein Gesamtblütenstand mit je 1 weiblichen und 1 männlichen Verzweigungssystem

diese enthalten 87 % aller weiblichen und nur 77 % aller männlichen Kätzchen (Übers. 4, Zeile 6 und 9), in einem Verhältnis von nahezu 1 : 1 (Zeile 10). Das bedeutet, daß in den mehrfach zusammengesetzten und eingeschlechtigen Gbl. der Anteil an männlichen Kätzchen größer ist als in den "normalen" Gbl., so daß das Verhältnis weiblich : männlich durch diese zusammengesetzten bzw. reduzierten Formen entsprechend verändert wird.

Die absoluten Zahlen der weiblichen bzw. männlichen Kätzchen betragen im Mittel der neun Roterlen 6 715 bzw. 7 749 Stück pro Baum (Übers. 4, Zeile 1 und 2). Dabei sind jedoch die Differenzen zwischen den Bäumen so groß, daß den angegebenen Mittelwerten in statistischer Hinsicht nur geringe Aussagekraft zukommt. Im Extrem hat ein Baum (FA Seeshaupt Nr. 3) jeweils über 16 000 weibliche und männliche Kätzchen getragen, das Minimum liegt bei nur etwa 1 500 Kätzchen. Mc VEAN (1953) hat für Großbritannien "als grobe Schätzung" 4 000 weibliche Kätzchen bei einer mittleren Ernte angegeben.

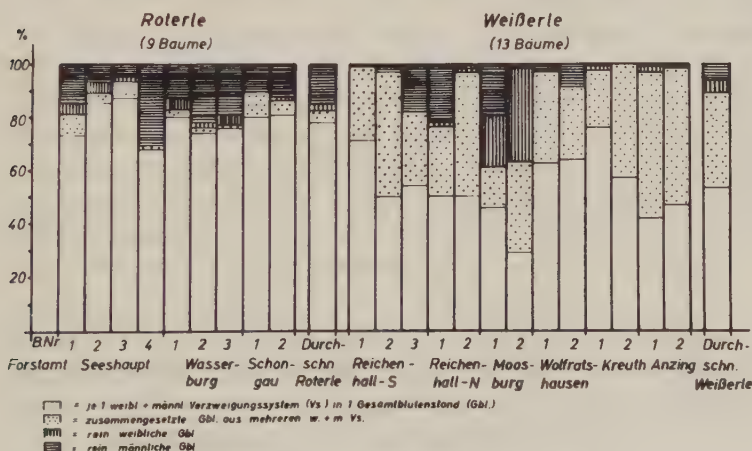


Abb. 8 Prozentuale Verteilung der Gesamtblütenstände

1.4 Ergebnisse für Weißerle

1.4.1 Blütenansatz 1967

Bei der Weißerle (*ALNUS incana* (L.) Moench.) wurde der Blütenansatz des Jahres 1967 von 13 Bäumen in sechs Forstämtern untersucht. Es sind pro Baum 230 bis 700 Infloreszenzen, im Durchschnitt dr. 480 ausgezählt worden. Daraus ergibt sich eine Anzahl von etwa 460 bis maximal 1 510 Gesamtblütenständen pro Baum, der Mittelwert liegt bei etwa 1 030 (Tab. II, Anhang).

Die Trugdolden der Weißerle sind genauso aufgebaut wie die der Roterle. Auch die Zusammensetzung der Gesamtblütenstände ist entsprechend, es gelten daher die gleichen Definitionen wie bei der Roterle.

Auffallend war bei einigen Stämmen ein hoher Anteil von zerbrochenen Gesamtblütenständen, die daher eingeschlechtig erschienen. Diese, vermutlich beim Fällen beschädigten Infloreszenzen (maximal 17 %, bei Roterle nur bis zu 2 %) wurden bei der Auszählung berücksichtigt und als Ow. + m. Gbl. bzw. w. + Om. Gbl. gezählt. Es scheint, daß weibliche Verzweigungssysteme leichter abbrechen als männliche, denn der überwiegende Teil der verletzten Infloreszenzen war rein männlich. Dieser Feststellung dürfte bei Sturm und Hagelschlag etc. eine große praktische Bedeutung zukommen. Mc VEAN (1955) weist die starke Windgefährdung der Erlenblüten nach.

Die Blütenverteilung bei der Weißerle scheint vergleichsweise unregelmäßig (Abb. 8); sowohl zwischen den Kronenteilen als auch zwischen den einzelnen Bäumen treten große Unterschiede auf in der prozentualen Verteilung der Zusammensetzung der Infloreszenzen, eine Tendenz läßt sich dabei aber nicht erkennen.

1.4.2 Zusammensetzung der Gesamtblütenstände

Die Mehrzahl aller Infloreszenzen wird, wie bei der Rot-erle, von einem weiblichen und einem männlichen Verzweigungs-system (w.+m.Gbl.) gebildet (Übers. 5). 27 bis 70 %, im Mittel 46 % der Gbl. bestehen aus 3 bis 4 weiblichen und 3 bis 4 männlichen Kätzchen. Die Extremformen sind nicht sehr häufig. Von den "wenigblütigen" mit 1 oder 2 w.K. wurden maximal 6 % gefunden, von den "vielblütigen" mit 5 w.K. bis zu 10 %. Der Typ mit 6 w.K. und drei m.K. wurde überhaupt nur einmal entdeckt. Insgesamt rd. 53 % aller Infloreszenzen bestehen aus einem w.Vs. und einem m.Vs., das Minimum der Bäume liegt bei 29 %, das Maximum bei 76 %. Für die Weißerle scheint ein hoher Anteil von mehrfach zusammengesetzten Gbl. charakteristisch zu sein, die aus mehr als 2 Verzweigungssystemen bestehen. Diese werden in der Mehrzahl als 2 w. + 1 m. Gbl. ausgebildet; im Durchschnitt sind 35 % des gesamten Blütenansatzes so aufgebaut (Minimum = 13 %, Maximum = 56 %). Bei einem Teil der Bäume wurde auch die umgekehrte Zusammensetzung gefunden, nämlich die Kombination von 1 w. + 2 m. Gbl., die allerdings nur zu einem geringen Prozentsatz von höchstens 3 % vorkommt. Ganz vereinzelt treten auch noch Typen auf, die aus 4 oder 5 Verzweigungssystemen zusammengesetzt sind. Den mehrfach zusammengesetzten Gbl. kommt ein Anteil von insgesamt rd. 36 % zu (Übers. 5).

Besonders stark variiert die Verteilung der rein weiblichen Gbl.. Während einige Bäume überhaupt keine Infloreszenzen dieser Art aufweisen, findet man bei anderen bis zu 36 %. Dabei sind einfach zusammengesetzte Gbl. mit nur einem w. Vs. häufiger als mehrfach zusammengesetzte mit 2 w. Vs. oder mehr.

Rein männliche Gbl. wurden bei allen Bäumen gefunden, wobei gleichfalls große Unterschiede in der Verteilung vorhanden

Übersicht 5

Prozentuale Verteilung der Gesamtblütenstände bei Weibderle bestehend aus

Forstamt	nur je 1 V_0 und 1 m Verzweigungssystem (V_0) mit jeweils 1 = 6 m Kätzchen (K_0) und	Zwischen- summe	mehreren V_0 + m V_0 .	rein weiblichen V_0 .	rein männlichen V_0 .	Summe				
	0 $V_0 K_0$ 1 $V_0 K_0$ 2 $V_0 K_0$ 3 $V_0 K_0$ 4 $V_0 K_0$ 5 $V_0 K_0$	1 V_0 + 1 m V_0 + 1 m V_0 + 2 m V_0 + 3 m V_0	2 = 3 $V_0 V_0$ 1 $V_0 V_0$ 2 = 3 $V_0 V_0$	nur 1 V_0 2 = 3 V_0 nur 1 V_0 2 = 3 V_0						
Reichenhals-S										
Baum Nr. 1	2,3	1,1	2,1	45,3	20,1	0,1	71,0	27,6	1,2	99,8
2	7,8	0,9	0,8	26,4	13,9		49,8	47,0	3,0	99,8
3	17,1	0,2	2,1	16,0	17,0	1,1	53,5	24,0	0,4	99,7
Reichenhals-N										
Baum Nr. 1	0,2	1,6	2,3	20,3	22,4	3,1	49,9	23,0	3,2	101,1
2	0,8	0,8	1,1	11,6	25,5	10,2*	49,2	46,9	0,3	100,6
Kreuth										
Baum Nr. 1	1,3	0,4	4,4	63,4	6,1		75,6	22,4	0,2	100,0
2	0,3	1,0	4,8	30,3	18,9	0,3	55,6	43,5		99,7
Anzing										
Baum Nr. 1			1,2	22,4	17,5	0,5	41,6	55,8	0,2	99,9
2			0,4	25,9	20,0	1,0	47,3	51,2	1,4	100,1
Wolfratshausen										
Baum Nr. 1			0,4	29,3	32,4	0,4	62,5	33,2	1,4	100,0
2	10,4	0,6	3,2	27,8	19,8	0,8	62,6	28,3	0,4	99,8
Moosburg										
Baum Nr. 1		2,1	1,5	38,0	3,9	0,1	45,6	12,8	0,9	100,0
2		0,8	0,9	20,1	7,0	0,3	29,1	33,2	0,3	100,3
Mittel							53,3		35,5	
								4,9		6,3
										100,0

*) Davon 0,3 % mit 6 $V_0 K_0$ (= 1 V_0)

sind. Der Anteil der m. Gbl. ist mit durchschnittlich 6 % kaum höher als der der rein weiblichen Gbl. (rd. 5 %), maximal sind 22 % m. Gbl. vorhanden. Auch hier sind die mehrfach zusammengesetzten Gbl. deutlich in der Minderzahl.

1.4.3 Das Geschlechterverhältnis

Bei den 13 Weißerlen verhält sich die Zahl der weiblichen Kätzchen zu den männlichen im Durchschnitt annähernd wie 3 : 2, das heißt, es waren exakt um 30,7 % mehr weibliche Kätzchen vorhanden (Übers. 6, Zeile 3). Die Unterschiede zwischen den einzelnen Bäumen sind - ebenso wie bei der Zahl der Gbl. - auch in der Geschlechterverteilung größer als bei der Roterle; die Anteile der männlichen Kätzchen schwanken baumweise zwischen 35 und 124 % (Übers. 6, Zeile 3). Dieser große Anteil von weiblichen Blüten ist zurückzuführen auf den hohen Prozentsatz mehrfach zusammengesetzter Gesamtblütenstände (36 %), die fast ausschließlich aus 2 - 3 w. Vs. + 1 m. Vs. bestehen.

Für die "normalen" Gbl. mit nur 1 w. Vs. und 1 m. Vs. ergibt sich hingegen ein Geschlechterverhältnis von 1 : 1 (Übers. 6, Zeile 10). Von der gesamten Zahl der weiblichen bzw. männlichen Kätzchen werden in diesen letzteren Gbl. - anders als bei der Roterle - nur etwa ein Drittel (38,3 %) bzw. etwa die Hälfte (54,1 %) gebildet (Übers. 6, Zeile 6 und 9).

Die absolute Zahl der angesetzten Kätzchen ist bei der Weißerle beträchtlich geringer als bei der Roterle. Im Durchschnitt wurden 4 525 weibliche und 3 135 männliche Kätzchen produziert (Übers. 6, Zeile 1 und 2). Die Unterschiede zwischen den 13 Bäumen sind hier vergleichsweise niedrig; das Maximum mit rd. 7 900 weibl. K. bzw. knapp 5 000 männl. K. liegt weit unter dem der Roterle mit jeweils mehr als 16 000 Kätzchen.

U b e r s i c h t 6

Anzahl der weiblichen und männlichen Kätzchen bei der W e i ß e r l e

Zeile	FA Reichenhals			FA Reichenhalm			FA Kreuth		FA Anzing		FA Wolfratsh.		FA Moosburg		Mittel
	Baum Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 2	
1	Anzahl der weibl. Kätzchen (Insgesamt angesetzt)	5 822	2 176	2 790	3 684	3 906	4 042	2 860	7 124	7 890	6 998	4 592	2 100	4 244	4 525,2
2	Anzahl der männl. Kätzchen (Insgesamt angesetzt)	4 236	1 436	3 470	3 752	2 226	3 130	2 112	4 094	4 953	4 469	3 968	1 416	1 492	3 134,9
3	männl.K. in % der weibl.K. ($Z_1 \cdot 100 \%$)	72,8	66,0	124,4	101,8	57,0	77,4	73,8	53,0	62,8	63,9	86,4	67,4	35,2	69,7
4	Anzahl der weibl. Kätzchen (gesamt)	2 911	1 088	1 395	1 842	1 953	2 021	1 430	3 862	2 630	3 030	1 863	1 050	2 122	2 084,4
5	Anzahl der gesammelten w.K. in "normalen" Gbl. *)	1 538	317	547	806	563	1 174	512	972	794	1 445	861	458	364	796,2
6	Zeile 5 in % von Zeile 4 ($Z_2 \cdot 100 \%$)	52,8	29,1	39,2	43,8	28,8	58,1	35,8	25,2	30,2	47,7	46,2	43,6	17,2	38,3
7	Anzahl der männl. Kätzchen (gesamt)	2 118	718	1 735	1 876	1 113	1 565	1 056	2 047	1 651	1 935	1 610	708	746	1 452,2
8	Anzahl der gesammelten m.K. in "normalen" Gbl. *)	1 516	371	866	729	519	1 185	574	866	854	1 153	1 024	339	327	794,1
9	Zeile 8 in % von Zeile 7 ($Z_3 \cdot 100 \%$)	71,6	57,1	49,9	38,9	46,6	75,7	54,4	42,3	51,7	59,6	63,6	47,9	43,8	54,1
10	männl.K. in % der weibl.K. (gesamt) (Z_4 in % von Z_2 , $Z_4 = 100 \%$)	98,6	117,0	158,3	90,4	92,2	100,9	112,1	89,1	107,6	79,8	118,9	74,0	89,8	99,7

*) Ein "normaler" Gbl. ist ein Gesamtdütenstand mit je 1 weiblichen und 1 männlichen Verzweigungssystem.

1.5 Die statistische Prüfung

Aufgrund der geringen Zahl der Probestämme und ihres sehr unterschiedlichen Blütenansatzes zeigte die statistische Auswertung, daß die Ergebnisse nicht signifikant sind. Es wurde bereits betont, daß deswegen Schlußfolgerungen mit allgemeiner Gültigkeit nicht gezogen werden können.

Auch der chi-Quadrat-Test zur Prüfung auf Homogenität der Verteilung der Blütenstände in fünf Gruppen verlief negativ, wenngleich bei der Roterle die Werte wesentlich niedriger waren als bei der Weißerle, und an die Größenordnung gesicherter Werte heranreichten. Wegen der fehlenden Homogenität der Blütenverteilung innerhalb der Art ist eine statistische Trennung der beiden Arten nicht möglich.

1.6 Abnormitäten

Nachfolgend soll noch auf einige Besonderheiten der Blütenbildung hingewiesen werden. Unter den Tausenden von Infloreszenzen wurden ganz vereinzelt Blütenbildungen gefunden, die offenbar abnorm und hier nur botanisch von Interesse sind. So wurde im Forstamt Wasserburg an einer Roterle ein rein weiblicher Blütenstand entdeckt, der wie ein Büschel aus 11 verschiedenen Verzweigungssystemen zusammengesetzt war (Abb. 9 und 10): vier davon bestanden aus 3 Kätzchen, fünf aus 4 Kätzchen und zwei aus 5 Kätzchen; insgesamt befanden sich also 42 weibliche Kätzchen in diesem Gesamtblütenstand.

Eine ähnlich dichte Ansammlung von weiblichen Kätzchen wurde auch an einer Grünerle im Botanischen Garten in München entdeckt (Abb. 11 und 12). Allerdings handelte es sich in diesem Fall um einen mehrfach zusammengesetzten gemischtgeschlechtigen Gesamtblütenstand, der auch noch zwei männliche Kätzchen enthielt. In seinen beiden weiblichen Verzweigungssystemen standen jeweils 11 bzw. 16 Kätzchen bei-



Abb. 9 Rein weiblicher Gesamtblütenstand einer
Roterle mit 11 Verzweigungssystemen



Abb. 10 Die 11 Verzweigungssysteme enthalten
42 weibliche Kätzchen



Abb. 11 Blütenzweig von Grünerle. Ein androgynes Kätzchen in zwei weiblichen Verzweigungssystemen. Zu beachten ist die Kätzchenhaufung.



Abb. 12 wie Abb. 11 im Erblühen

einander. Eines der weiblichen Kätzchen war länger und dicker als die übrigen, und es trug ab der Mitte reduzierte männliche Blüten, die nicht aufblühten. Im Basisteil standen hingegen voll entwickelte weibliche Blüten. Es handelte sich in diesem Falle offenbar um einen androgynen Blütenstand.

Über die Fertilität solcher Blütenansammlungen kann nichts ausgesagt werden, doch scheint es ausgeschlossen, daß sich alle 42 bzw. 27 Kätzchen auf so engem Raum zu normalen Zäpfchen entwickeln können. Diese Häufung von weiblichen Blüten bei Erle kann analog zu den Nadelhölzern als "Zapfensucht" bezeichnet werden, auch wenn sie nur an einzelnen Zweigen und nicht am ganzen Baum auftritt. Es handelt sich möglicherweise um eine Mutation, jedenfalls scheint das offenbar gestauchte Triebwachstum bei der Roterle darauf hinzudeuten.

Ein besonders interessanter Blütenaufbau wurde in zwei Fällen bei Roterle gefunden. In einem Gesamtblütenstand war neben normal ausgebildeten weiblichen und männlichen, bzw. nur männlichen Verzweigungssystemen auch je ein, auf ein Kätzchen reduziertes Verzweigungssystem vorhanden, das im Basisteil männliche und im oberen Teil weibliche Einzelblüten aufwies (Abb. 13 und 14). Insgesamt waren diese beiden gynandrischen Blütenstände etwas länger als normale weibliche Kätzchen. Im männlichen Blütenteil an der Basis hat sich die Blütenstandsachse später beim Aufblühen deutlich gestreckt. Über die Funktion dieser Blüten ist eine Aussage deshalb nicht möglich, weil eine Weiterentwicklung der abgeschnittenen Blütenzweige nicht erreicht werden konnte.

Es ist aus der Literatur bekannt, daß monözische Baumarten in Ausnahmefällen zweigeschlechtige Blütenformen in verschiedener Weise ausbilden können. Bei einer Anzahl von Birken-

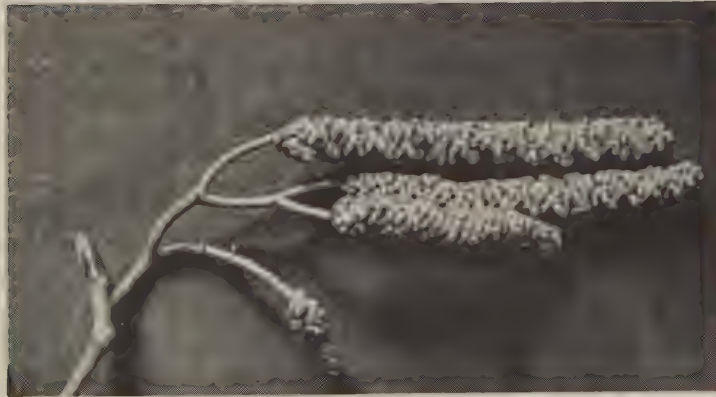


Abb. 13



Abb. 14

Blütenzweige von Roterle mit je einem gynandrischen Kätzchen

klonen in Gewächshauskultur beschreiben von DELLINGHAUSEN und STERN (1958) verschiedene abnorme Blütenformen, die teilweise den bei *Alnus* gefundenen ähnlich sind. Bei androgynen Kätzchen - wie oben bei der Grünerle - stellten sie eine normale Fruchtentwicklung fest, wobei jedoch der apikale Teil mit den männlichen Blüten abstarb. SCHULZ (1892) erwähnt, daß "wohl jeder Baum, namentlich von *Alnus glutinosa*, einzelne, manchmal sogar zahlreiche weibliche Kätzchen, in welchen sich, namentlich im basalen Theile, hermaphroditische Blüten und Uebergänge von solchen zu den weiblichen finden" produziert. Solche zwittrigen Blüten wurden an den untersuchten Probebäumen weder bei Rot- noch bei Weißerle gefunden.

Die Ursache abnormer Blütenformen ist im einzelnen ungeklärt. Abgesehen von somatischen Mutationen sind bei den zweigeschlechtigen Bildungen wohl im wesentlichen physiologische Vorgänge, wiederum mitbedingt durch äußere Faktoren wie Temperatur, Licht, Ernährung u.a. anzunehmen. Von DELLINGHAUSEN und STERN (1958) haben versucht, bei Birke abnorme Blütenformen zu induzieren, was aber nur vereinzelt und in sehr geringem Ausmaß gelang und keine weiteren Schlüsse zuließ.

1.7 Diskussion

Statistisch ist eine Unterscheidung der beiden Erlenarten anhand der Verteilung ihrer verschiedenen Gesamtblütenstände nicht möglich, weil die Anzahl der Probebäume zu gering ist. Dennoch zeichnet sich ein spezifisches Verteilungsschema der Gesamtblütenstände ab, das eine Artentrennung ermöglichen dürfte. Die Roterle tritt hervor durch einen stark überwiegenden Anteil von Gesamtblütenständen mit nur je einem weiblichen und einem männlichen Verzweigungssystem, und ferner durch einen hohen Prozentsatz eingeschlechtiger, meist männlicher Gesamtblütenstände. Das Geschlechterverhältnis der Kätzchen ist daher geringfügig zur männlichen Seite hin

verschoben (1,15 : 1). Bei der Weißerle fällt besonders auf das reichliche Drittel der mehrfach zusammengesetzten Gesamtblütenstände (mit jeweils 2 - 3 weiblichen und einem männlichen Verzweigungssystem) sowie außerdem der geringe, aber etwa gleiche Anteil rein weiblicher bzw. rein männlicher Gesamtblütenstände. Bei der Weißerle überwiegen die weiblichen Kätzchen in einem Verhältnis von 3 : 2.

Diese Blütenverhältnisse der beiden Arten gelten für das Jahr 1967. Es kann nicht gefolgert werden, daß die Erlen generell eine derartige Verteilung der Blütenstände aufweisen, oder daß ihr Geschlechterverhältnis immer in der genannten Weise abweicht. Vielmehr ist anzunehmen, daß Jahre mit reichlich bzw. geringer Fruktifikation sich hierin wesentlich unterscheiden. Faktoren, die die Anlage von Blütenknospen beeinflussen wie Klima, Belichtung, Alter, Ernährungszustand, Blühwilligkeit wirken auch auf die Determination der Geschlechtsausbildung ein (HARTMANN, 1956, STERN, 1963).

Wenn auch die Werte der pro Baum vorhandenen weiblichen Kätzchen besonders bei der Roterle sehr unterschiedlich sind und deshalb keine Verallgemeinerung zulassen, so können sie doch unter bestimmten Voraussetzungen als Grundlage für weitere Überlegungen und Folgerungen dienen. Die Erlenarten zeigen wie alle Waldbaumarten eine Periodizität der Fruktifikation, wenngleich diese bei *Alnus* weniger ausgeprägt ist als beispielsweise bei *Quercus* oder *Fagus*. Nach ROHMEDER (1959) sind bei Erle in einem Jahrzehnt drei Vollernten zu erwarten, nach MESSER (1961) "gute Samenjahre" nur alle 5 - 8 Jahre. Der Fruchtansatz ist also jahrweise recht unterschiedlich, insbesondere was den einzelnen Baum anbelangt.

Nimmt man den höchsten bzw. niedrigsten Ansatz weiblicher Kätzchen der untersuchten Individuen als Indikator für den Fruchtansatz guter bzw. schlechter Samenjahre, lassen sich

überschlägige Berechnungen über die Größenordnung der Samenproduktion anstellen. Für Roterle soll hier ein entsprechendes Beispiel im Vergleich mit den Angaben anderer Autoren dargestellt werden.

Nach eigenen Zählungen in einer Samenplantage enthalten Roterlenzäpfchen 70 bis 102, im Durchschnitt rd. 83 Früchte. Nach den Auswertungen der Probebäume beträgt die Zahl der weiblichen Kätzchen maximal rd. 16 000, bzw. minimal rd. 1 500 Stück pro Baum. Daraus ergeben sich etwas mehr als 1,3 Millionen bzw. rd. 125 000 Früchte pro Baum. Selbst wenn die Annahme von 83 Früchten pro Zapfen aus einer Samenplantage zu hoch ist für Altbestände - Mc VEAN (1953) gibt beispielsweise nur 60 Früchte pro Zapfen an - kann immer noch die Größenordnung von einer Million Früchte pro Baum als für reichliche Fruktifikation zutreffend angesehen werden, während bei geringem Fruchtansatz diesem Wert nur knapp 10 % oder etwa 100 000 Früchte gegenüberstehen.

Der Blütenansatz der Roterle im Winter 1966/67 war im Untersuchungsgebiet recht unterschiedlich, er schwankte von 0 - 40 % einer Vollernte (v. SCHÖNBORN, 1967). Geht man von dieser Angabe aus, so ist die durchschnittliche weibliche Kätzchenzahl der neun Probebäume (6 715 w. K.) als Blütenansatz einer geringen bis mittleren Ernte anzusehen. Nach MITSCHERLICH (1945) beträgt in der II. Ertragsklasse im Alter 80 die Stammzahl 247. Davon fruktifizieren schätzungsweise etwa 200 Bäume. Die Samenproduktion der Roterle ist demnach auf etwa 111,5 Millionen Früchte pro Hektar zu veranschlagen. Da Roterlensaatgut im langjährigen Durchschnitt nur zu rd. 50 % keimt (siehe Kapitel 3), ist die Zahl der keimfähigen Samen pro Flächeneinheit um die Hälfte zu reduzieren, so daß letztlich etwa 5 500 Früchte pro qm übrig bleiben, die potentiell der Vermehrung dienen können.

MESSER (1961) hatte bei Samenertragsuntersuchungen, ausgehend von vier sehr verschiedenen Probestämmen, maximal 376 000 Früchte an einem Baum gefunden (errechnet aus der Klengausbeute und dem Tausendkorngewicht). ROHMEDER (1962) gelangte anhand dieser Unterlagen zu einer "Besamungsdichte von 5 300 Körnern je qm". Diese gute Übereinstimmung der eigenen Berechnungen mit denen von MESSER/ROHMEDER ist jedoch zufällig, denn die Ausgangsgrößen entsprechen in keiner Weise statistischen Anforderungen. Dennoch kann angenommen werden, daß in einem etwa durchschnittlichen Samenjahr in Altbeständen mehrere Tausend Roterlenfrüchte pro qm produziert werden.

1.8 Zusammenfassung

An neun Roterlen in drei oberbayerischen Forstämtern wurde der Blütenansatz gesammelt und ausgewertet; im Winter 1966/67 trugen diese Roterlen im Durchschnitt 2 250 Gesamtblütenstände mit durchschnittlich 6 715 weiblichen und 7 749 männlichen Kätzchen. Der überwiegende Anteil der Gesamtblütenstände (78 %) besteht aus nur einem weiblichen und einem männlichen Verzweigungssystem mit je 3 bis 4 Kätzchen. Mehrfach zusammengesetzte Gesamtblütenstände (mit jeweils mehreren Verzweigungssystemen) sind nur in geringer Zahl (4%) vorhanden. Dagegen sind eingeschlechtige Formen mit 28 % stark vertreten, wobei die rein männlichen stark überwiegen. Das Geschlechterverhältnis von weiblichen zu männlichen Kätzchen beträgt im Gesamtdurchschnitt 1 : 1,15.

Von 13 Weißerlen aus sechs Forstämtern zeigte die Aufnahme des Blütenansatzes, daß dieser geringer und viel ungleichmäßiger verteilt ist. Im Durchschnitt sind pro Baum 4 525 weibliche und 3 135 männliche Kätzchen in 1 030 Gesamtblütenständen vorhanden. Die Gesamtblütenstände bestehen zu 53 % aus einem weiblichen und einem männlichen Verzweigungssystem. Daneben kommt ein erheblicher Anteil (36 %) mehrfach zusammen-

gesetzter Gesamtblütenstände vor, während die eingeschlechtigen Blütenstände, die zu fast gleichen Teilen rein weiblich bzw. rein männliche sind, insgesamt 11 % ausmachen. Weibliche und männliche Kätzchen treten im Verhältnis 3 : 2 auf.

Neben einer Art von Zapfensucht wurden einzelne abnorme Blütenformen gefunden (Androgynie und Gynandrie).

Die spezifische Blütenverteilung und damit die Möglichkeit der gesicherten Trennung der beiden Erlenarten wird diskutiert. Die überschlägige Berechnung des mittleren Samenertrages in Roterlen-Altbeständen ergibt eine Größenordnung von 5 500 keimfähigen Früchten pro Quadratmeter, die mit Angaben aus der Literatur übereinstimmt.

2 UNTERSUCHUNGEN zur FRAGE der ENDOGENEN RHYTHMIK in der KEIMBEREITSCHAFT von ROTERLEN-SAATGUT

2.1 Literatur

In der Literatur finden sich Hinweise auf periodische Keim-
schwankungen sowohl hinsichtlich der Keimschnelligkeit als
auch der Höhe der Endkeimergebnisse, die auf verschiedene,
im einzelnen noch ungeklärte Ursachen zurückgeführt werden.
Erscheinungen dieser Art wurden von Botanikern im Zusammen-
hang mit anderen endogen-rhythmischen Vorgängen besonders
bei krautigen Pflanzen untersucht (SPERLICH 1919, BÜNNING
1947 ff, RUGE 1955, KUMMEROW 1963 ff. u.a.). Dabei ist es
wichtig folgende Unterscheidung zu treffen:

1. fehlende Keimbereitschaft, auch Keimhemmung genannt,
die bei vielen Arten, insbesondere bei Baumarten
auftritt und durch verschiedene Ursachen bedingt
sein kann, z.B. durch den Aufbau der Samenschale,
das Vorhandensein von keimhemmenden Stoffen oder
durch Unterentwicklung des Embryos. Diese Hemmung
wird nach kürzerer oder längerer Zeit auf natürliche
Weise überwunden oder durch technische Maßnahmen
abgebaut. Das danach erreichte Keimniveau bleibt
erhalten bis eine altersbedingte Reduzierung ein-
tritt oder äußere Einflüsse die Keimfähigkeit mindern.
2. fehlende Keimbereitschaft, die nicht durch äußere
Faktoren verursacht oder beeinflusst wird, sondern
im Embryo selbst lokalisiert sein muß (KUMMEROW,
1965). Diese ist Schwankungen unterworfen, die ein-
mal oder zweimal jährlich auftreten und daher zu
unterschiedlichen Keimergebnissen der gleichen Saat-
gutpartie im Laufe eines Jahres führen und über
mehrere Jahre zur etwa gleichen Zeit wieder auf-
treten. Es soll im weiteren nur von dieser zweit-

genannten Art unterschiedlicher Keimbereitschaft gesprochen werden, die BÜNNING als "endogene Jahresrhythmik" bezeichnet hat.

Bei den Untersuchungen dieses Phänomens wurden Relationen zum Aktivitätswechsel der Mutterpflanzen gefunden und Veränderungen im physikalisch-chemischen Zustand des Zell-Plasmas, die einen Wechsel im Wasserbindungsvermögen zu verursachen scheinen. Außerdem konnte festgestellt werden, daß endogene Schwankungen in der Keimfähigkeit bei einigen Pflanzenfamilien gehäuft auftreten, so bei den Compositen und Malvaceen und bei einigen Gramineen.

Für holzige Gewächse, insbesondere für die Baumarten liegen nur wenige Untersuchungen vor. Da bei diesen Samenarten teilweise besonders intensive Keimhemmungen auftreten, sind sie als Untersuchungsobjekte auch wenig geeignet, denn eine Unterscheidung von niedrigen Keimergebnissen nach starker Keimhemmung oder fehlender endogener Keimbereitschaft ist kaum möglich. W. SCHMIDT (1929) hat sich wohl als erster systematisch mit Schwankungen in der Keimbereitschaft von Forstsaatgut befaßt. KINZEL (1912 ff) hatte berichtet über "nur zum Frühjahr beginnende Keimung" bei Buche (zitiert nach SCHMIDT). HAACK (1912) hatte noch auf Grund seiner Versuche mit Kiefer das Vorhandensein einer inneren Periodizität der Keimung verneint.

Bei Kiefer (*Pinus silvestris*) polnischer Herkunft stellte SCHMIDT im vierjährigen Keimversuch eine "mit geheimnisvoller Präzision" eintretende "Steigerung der Lebenstätigkeit im Frühjahr" fest und erklärte sie als "Ausfluß ererbter Periodizität". Aus seiner Versuchsanstellung geht hervor, daß die Ursache für die deutlich höhere Keimschnelligkeit (ermittelt als viertägiges Keimergebnis in Prozent des zwanzigtägigen) zwischen Februar und Mai nicht in der mit

der Tageslänge zunehmenden Belichtung zu suchen ist, denn der "Dunkelversuch" zeigte gleichsinnige Ergebnisse. Bei der Fortsetzung seiner Versuche fand er bei älterem Saatgut und bei verschiedenen "Klimaherkünften" einen zweiten, etwas geringer ausgeprägten Gipfel der Keimbereitschaft im Herbst (Oktober/November). Parallel zur erhöhten Keimungsaktivität fand SCHMIDT bei Kiefer eine erhöhte Fermentaktivität, die er aber nicht als Ursache dieser periodischen Vorgänge wertet. Die Aufklärung der Fermentaktivität hält er für "einen Schlüssel" zur Lösung des Problems des "Pulsierens der Lebensvorgänge im ruhenden Samen".

Ähnliche Untersuchungen SCHMIDT's mit Fichte deuten auf eine weniger stark ausgeprägte Rhythmik hin. Nach dem erstmaligen Erreichen der vollen Keimfähigkeit im Frühjahr nach der Ernte bleibt das Keimniveau erhalten. Ein gewisses Nachlassen im Herbst ist nicht bei jedem Saatgut festzustellen. Eine "Sommersenkung" der Keimbereitschaft wie bei Kiefer ist nicht vorhanden, und eine "Wintersenkung" kann ausbleiben. SCHMIDT deutet das unterschiedliche Verhalten dieser beiden Baumarten als durch natürliche Auslese entstandene Anpassung an das jeweilige Klima, d.h. die Kiefer hat die Anlage zur Sommerkeimbereitschaft durch die Ungunst der Bedingungen auf trockenen und sandigen Kiefernstandorten verloren, während die Fichte als Baum feuchterer Standorte diese Keimbereitschaft behalten hat.

SCHMIDT weist bereits darauf hin, daß die zeitlich unterschiedliche Keimbereitschaft einer Art wichtige Unterlagen bietet für die Vergleichbarkeit von Keimprüfungsergebnissen der verschiedenen Jahreszeiten. Da insbesondere die Keimschnelligkeit periodischen Schwankungen unterliegt, muß die Bewertung des Saatgutes nach diesem Merkmal in Frage gestellt werden.

Eine weitere Arbeit über die Keimbereitschaft von Nadelholzsaamen liegt vor von REHACKOVA (1954), die sich mit Kiefer und Lärche befaßt. Sie hat mit relativ schwachkeimendem dreijährigen Kiefern Saatgut aus dem Schwarzwald und zweijährigem Lärchensaatgut aus der Schweiz (600 m Höhe) gearbeitet. Dabei wurden für Kiefer die Untersuchungen SCHMIDT's bestätigt und erweitert. Denn außer den deutlichen Schwankungen in der Keimschnelligkeit (hier ausgedrückt in der Anzahl der Tage bis zum Erreichen von 50 % des Endergebnisses) traten auch im Endkeimergebnis nach 2 Monaten Untersuchungsdauer 2 Maxima auf, nämlich im März/April und im Juni/August. Bei der Lärche wurde dagegen nur ein Gipfel in der Keimfähigkeit gefunden, und zwar im Juni; die übrigen, geringen Schwankungen lassen keine Schlußfolgerungen hinsichtlich der Periodizität bei dieser Baumart zu. Da die Versuche nach einem Jahr beendet wurden, ist nicht sicher, ob diese erhöhte Keimbereitschaft der Lärche im Juni tatsächlich als endogene Rhythmik gedeutet werden kann. Zusätzlich wurden die Keimwurzellängen gemessen; es scheint bei beiden Arten eine schwache negative Korrelation zwischen dem Keimprozent und der Wurzellänge bestanden zu haben.

ROHMEDE (1938) hat eine Rhythmik von Keim schwankungen bei Fichte im Zusammenhang mit den Mondphasen untersucht, fand aber keinerlei Anhalt dafür, daß ein durch diesen Außenfaktor bedingter Rhythmus anzunehmen ist.

Detaillierte Versuche über unterschiedliche Keimbereitschaft anderer Baumarten sind nicht bekannt. Es gibt nur einige ungenaue Hinweise, die im wesentlichen nur von historischem Interesse sind: KINZEL (zitiert nach SCHMIDT 1930) "fand bei Fagus über mehrere Jahre hindurch eine Wiederaufnahme der Keimung immer nur zum Frühjahr". Bei Traubeneiche "fehlt eine zweigipfelige Kurve, sie keimt ausgesprochen im Herbst und liefert dann die kräftigsten Pflanzen"

(SCHMIDT, 1930). *Pinus strobus* (ebenda) zeigte eine Steigerung der Keimbereitschaft von der Ernte bis zum nächsten Frühjahr nur unter Lagerungsbedingungen die den natürlichen entsprachen. Es dürfte sich dabei um den Abbau einer Keimhemmung gehandelt haben.

2.2 Eigene Untersuchungen

2.2.1 Material und Methode

Für Laubbaumarten sind bisher offenbar noch keine Versuche durchgeführt worden, der Grund dafür dürfte in den weit verbreiteten Keimhemmungen vieler Arten zu suchen sein bzw. in der relativ kurzen Lebensdauer vieler Früchte. Es sollte daher im Rahmen dieser Arbeit die Möglichkeit geprüft werden, ob evtl. eine endogene Rhythmik in der Keimbereitschaft einer Laubholzart, nämlich bei Roterle (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) vorhanden ist. Diese Baumart erschien deshalb als geeignet, weil nachhaltige Keimhemmungen aus der forstlichen Praxis nicht bekannt sind. Mc VEAN (1953) fand lediglich, daß die Samen aus nicht ausgereiften, noch grünen Erlenzäpfchen nicht keimen und einige Monate der Nachreife bedürfen.

Für die Untersuchungen stand Saatgut von unterschiedlicher Herkunft aus 9 Erntejahren zur Verfügung. Damit konnte geprüft werden, ob möglicherweise bei älterem Saatgut eine deutlichere Schwankung auftritt, als bei frischem, sehr gut keimendem, wie dies SCHMIDT (1930) bei Kiefer beobachtet hatte (siehe 2.1). Neben Handelsware verschiedener Herkunft war auch Saatgut eines Einzelbaumes und von zwei Plantageklonen^{*)} verfügbar; bei einem der Klone auch solches aus den zwei Erntejahren 1966 und 1967 (siehe Übers. 7).

In der Zeit von März 1970 bis Februar 1971 wurden alle vier Wochen, d.h. insgesamt 13 mal jeweils 11 Proben zum Keimen

^{*)} im folgenden wird auch das Saatgut des Einzelbaumes und der Klone als "Herkunft" bezeichnet.

Übersicht 7

Beschreibung des Untersuchungsmaterials

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Roterlenunter- suchungsmaterials ("Herkunft")	1000- Korngewicht	Wassergehalt am 6.4.1970	Keimergebnisse früherer Untersuchungen	Keimergebnisse ^{*)} der eigenen Unter- suchungen (Mittel aus 13 Ansätzen)
		(g)	(%)	(%)	(%)
1	Ernte 1961, II/3 Niederdt.Tiefland, SHK Uetze, unter 300 m, Ernteort FA Giffhorn	1,25	11,3	März 1963 49 Juni 1967 56 März 1970 46	46,5
2	Ernte 1962, II/3 Niederdt.Tiefland, SHK Uetze, unter 300 m, Ernteort FA Uetze	1,05	11,1	Januar 1966 45 Juni 1967 42 März 1969 30	30,8
3	Ernte 1963, II/7 Rhein-Main-Gebiet, SHK Kinzigerle, Ernteort FA Wolfgang 300-600 m	1,20	10,8	Januar 1964 53 Juni 1967 63	54,1
4	Ernte 1964, II/3 Niederdt.Tiefland, unter 300 m, Mischung:SHK Uetze, SHK Grafschaft Hoya, Diepholz	1,36	10,9	Januar 1966 28 Juni 1967 72 Januar 1966 72 Juni 1967 65	29,4
5	Ernte 1965, Mischung aus II/3 Niederdt.Tiefland, unter 300 m, SHK Drömlingerle, Ernteort FA Dandorf u. II/Rhein-Main-Gebiet, SHK Kinzigerle, Ernteort FA Wolfgang 300-600 m	1,37	10,8	Januar 1966 65 Okt. 1965 63 Juni 1967 69 Juni 1967 67	55,4
6	Ernte 1966, /1: II/12 Südbayern, Ernte- ort FA Seeshaupt, 600 m, selbst gesammelt	1,40	9,2	Okt. 1968 85 März 1970 68	75,5
7	Ernte 1966/2: II/12 Südbayern, Klon Nr.3 der Plantage Laufen/Obb. 600-900 m	1,12	9,2	Mai 1967 80 März 1970 74	63,2
8	Ernte 1967/1: II/12 Südbayern, Klon Nr. 3 der Plantage Laufen/Obb. 600-900 m	1,42	9,4	Juni 1968 65 März 1970 62	59,6
9	Ernte 1967/2: II/12 Südbayern, Klonge- misch der Plantage Laufen/Obb. 600-900 m	0,95	9,1	Juni 1968 60 März 1970 63	53,9
10	Ernte 1968, II/12 Südbayern, Klon Nr.8 der Plantage Laufen/Obb. 600-900 m	1,14	8,9	Febr. 1969 72 März 1970 71	70,2
11	Ernte 1969, II/12 Südbayern, Klonge- misch der Plantage Laufen Obb. 600-900 m	1,36	10,7	März 1970	74,4

Lfd. Nr. 1 - 5 bezogen von der Hess. Staatsdarre Wolfgang,
Lfd. Nr. 8 - 11 bezogen von der Bayer. Staatl. Samenklänge Laufen.

*) Die Keimergebnisse sind Maximal-Angaben, wie sie in der
Routineuntersuchung üblich sind.

angesetzt. Zur Anwendung kamen die in der Routineuntersuchung üblichen Methoden, die in Kapitel 3 im einzelnen beschrieben sind. Je 3 x 100 Samen im Rodewaldgerät (Wechseltemperatur 20/25°C) und im Keimschrank (konstante Temperatur 25°C), in beiden Fällen mit natürlicher Beleuchtung. Von einigen "Herkünften" stand relativ wenig Saatgut zur Verfügung, so daß die Untersuchung von einem Gramm unreinigtem Saatgut ausfallen mußte; statt dessen wurden zusätzlich 3 x 100 Samen im Jakobsen-Apparat angesetzt (Wechseltemperatur 20/25°C). Insgesamt wurden also zu jedem Ansatztermin 900 Samen pro "Herkunft" angesetzt.

Am 3., 5., 7., 10., 14. und 21. Tag nach dem Ansetzen sind die jeweils gekeimten Samen abgenommen worden. Nach drei Wochen wurde jede Versuchsserie beendet, dies entspricht der üblichen Keimdauer für Erle. Als gekeimt wurden alle Samen gewertet die deutlich eine Keimwurzel erkennen ließen.

Die Keimschnelligkeit ist definiert als das Keimergebnis am ersten Abnahmetag (EGGEBRECHT, 1949). In der Routineuntersuchung ist das für Roterle der siebte Tag nach dem Ansetzen. Im eigenen Versuch wurde die erste Zählung am dritten Tag durchgeführt; die Keimraten bis zu diesem Zeitpunkt sind jedoch so gering, daß sie im weiteren nicht berücksichtigt werden. Die zweite Abnahme am fünften Tag brachte stärker differenzierte Ergebnisse als die dritte Abnahme am siebten Tag. Daher wird bei der Auswertung des eigenen Versuchs im Gegensatz zur Routine die Keimschnelligkeit definiert als Keimergebnis bis zum fünften Tag (Keimprozent am 5. Tag).

Wegen der Kleinheit der Erlenfrüchte unterbleibt eine Analyse der nicht gekeimten Samen nach Abschluß der Keimuntersuchung, d.h., die Anteile von Faul- und Hohlkorn werden nicht aufgeschlüsselt, wie dies sonst bei größeren Früchten

und Samen geschieht. Als Faulkorn werden dabei alle Samen bezeichnet, die nicht gesund ("frisch") oder hohl sind, also auch alle pilz- bzw. insektenbefallenen. Nach den statistischen Erfahrungen mit anderen Baumarten, bei denen diese Analyse durchgeführt wird, kann man davon ausgehen, daß die Verteilung von Faul- und Hohlkorn für die einzelnen Proben bei der üblichen Probenahme zufällig ist und daher die jeweiligen Untersuchungspartien aus ein und derselben Mittelprobe annähernd gleichbleibende Anteile von Faul- und Hohlkorn aufweisen (EICKE, 1973). Daraus kann abgeleitet werden, daß die mit der Zeit abnehmenden Keimergebnisse einer Saatgutpartie ausschließlich durch zunehmenden Faulkornanteil bedingt sind und damit eine echte, durch Alterung hervorgerufene Verschlechterung der Keimfähigkeit anzeigen.

Umfang und Durchführung der Untersuchung mußten nach der verfügbaren Arbeitskapazität und den möglichen Untersuchungsverfahren koordiniert werden. Der Vergleich mit den Versuchsanlagen anderer Autoren zeigt wesentliche Unterschiede. Da bei den früheren Versuchen zumeist mit sehr geringer Samenzahl gearbeitet wurde (beispielsweise BÜNNING (1948) mit im Minimum nur 30 Stück), konnten Einflüsse diverser anderer Faktoren zusätzlich untersucht werden, während man hingegen zur Keimung generell nur ein Verfahren benutzte, und zwar meist konstante Temperatur mit oder ohne Lichtzugabe. Demgegenüber wurde der eigene Versuch mit einer großen Anzahl von Früchten durchgeführt, unter Anwendung von drei verschiedenen Keimverfahren, wobei für jedes Verfahren drei Wiederholungen mit je 100 Samen angesetzt wurden. Als Außenfaktor konnte dabei nur das Alter der Saatgutproben präzise erfaßt werden, während Lagerbedingungen und Herkunft nur unvollständig bekannt waren. Im Verlaufe der einjährigen Untersuchungen wurde das Saatgut überwiegend bei Zimmertemperatur bzw. im Kühlschrank aufbewahrt, wo es gewissen

Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen unterlag.

2.2.2 Ergebnisse

Wie zu erwarten, sind die Keimergebnisse der 11 Saatgutproben recht unterschiedlich, denn bereits die Ausgangskeimfähigkeit war sehr verschieden (Übers. 7). Hinzu kommen neben dem Alterungseinfluß die Unterschiede der drei Untersuchungsverfahren sowie die 13 verschiedenen Ansatzzeitpunkte (Tab. III, Anhang). Die Varianzanalyse zeigt denn auch hoch signifikante Interaktionen dieser drei Faktoren für alle Abnahmetage.

Es ist festzustellen, daß im Durchschnitt ein deutlicher Rückgang der Keimfähigkeit im Laufe des Untersuchungsjahres eintrat. Als Ursache der rückläufigen Tendenz muß die nicht optimale Aufbewahrung mit fehlender Temperatur- und Feuchtigkeitskonstanz genannt werden, die während der einjährigen Versuchsdauer eine schnell zunehmende Alterung und damit eine durchschnittliche Abnahme der Keimfähigkeit um rd. 11,5 % hervorgerufen hat. Dabei reagierten die "Herkünfte" mit hohem bzw. niedrigem Versuchs-Keimniveau weniger stark als die mit mittlerer Keimfähigkeit (z.B. Erntejahrgang 1966). Am stärksten ist dieser Rückgang beim Keimverfahren mit konstanter Temperatur (Keimschrank) zu erkennen.

2.2.2.1 Keimverhalten der Proben

Zur Charakterisierung der verschiedenen Samenproben hinsichtlich ihrer Keimfähigkeit hat die Varianzanalyse *) folgendes ergeben: Die Mehrzahl der "Herkünfte" unterscheidet sich signifikant an allen Abnahme-Tagen sowohl in den Mittelwerten als auch hinsichtlich deren Varianzen (Abb. 15). Lediglich der Erntejahrgang 1965 hebt sich kaum

*) Das Saatgut der Ernte 1963 konnte nur 12 mal angesetzt werden, daher wurde diese "Herkunft" nicht in die Varianzanalyse einbezogen.

Ernte- jahr	5. Tag					7. Tag					10. Tag							
	1969	68	67 ₂	67 ₁	66 ₂	66 ₁	65	64	62	69	68	67 ₂	67 ₁	66 ₂	66 ₁	65	64	62
1961	**	**	**	**	**	**	**	**	!	**	**	**	**	!	**	**	**	**
1962	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
1964	**	**	**	**	!	!	**			**	**	**	**	**	**	**	**	**
1965	**	**	!	!	**	**				**	**	!	!	**	!	**	**	**
1966 ₁	**	**	**	**	!					**	**	**	**	!	**	**	**	**
1966 ₂	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
1967 ₁	**	**	!						!	**	**	!	**	**	**	**	**	**
1967 ₂	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
1968	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Ernte- jahr	14. Tag										21. Tag										hc	sc	ni
	1969	68	67 ₂	67 ₁	66 ₂	66 ₁	65	64	62	69	68	67 ₂	67 ₁	66 ₂	66 ₁	65	64	62					
1961	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				
1962	**	**	**	**	**	**	*			**	**	**	**	**	**	**	**	*	*				
1964	**	**	**	**	**	**	**			**	**	**	**	**	**	**							
1965	**	**	!	*	!	*				**	**	*	!	*	*	*							
1966 ₁	**	**	**	**	**	*				**	!	*	*	*	*	*	*	*	*				
1966 ₂	**	**	!	!						**	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
1967 ₁	**	**	**	*	*	*	*	*	*	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
1967 ₂	**	**	*	*	*	*	*	*	*	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
1968	**	*	*	*	*	*	*	*	*	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*				

** = hoch signifikant
 * = schwach signifikant
 ! = nicht signifikant

Abb. 15 Signifikante Trennung der Mittelwerte von 10 "Herkünften" (8 Erntejahre) an 5 Abnahmetagen (Duncan-Test auf Gleichheit der Mittelwerte, Signifikanzschranke 0,91).

von den beiden Proben der Ernte 1967 ab. Diese beiden Proben differenzieren sich erst ab dem 10. Tag der Untersuchung, und der Klon Nr. 3 von 1966 (Ernte 1966/2) unterscheidet sich vom Jahrgang 1965 nur gegen Ende des Prüfzeitraums (am 14. und 21. Tag). Die statistische Auswertung ergab, daß zur signifikanten Trennung der Jahresmittelwerte der verschiedenen "Herkünfte" eine Differenz von rd. 5 % im Keimergebnis erforderlich ist (117 Wiederholungen mit je 100 Samen).

Die Keimungsentwicklung vom 3. bis zum 21. Tag ist aus der Darstellung der durchschnittlichen Ergebnisse für die einzelnen Erntejahre erkennbar (Abb. 16). Es fällt besonders die hohe Keimschnelligkeit des Saatgutes der Jahre 1969 und 1968 auf. Ein brauchbarer Maßstab dafür - unabhängig vom Keimniveau - ist die Feststellung zwischen welchen Abnahmetagen die verschiedenen "Herkünfte" jeweils die Hälfte ihres Endergebnisses erreicht haben. Wegen der verschiedenen großen Zeitintervalle zwischen den einzelnen Keimkontrollen ist dieser Zeitpunkt nicht präzise fixierbar, wenn nicht in unzulässlicher Weise ein linearer Keimungsverlauf unterstellt werden soll. Es ist hervorzuheben, daß die Erntejahrgänge 1969 und 1968 diesen "Halbwert" noch vor dem 5. Tag erreichen. Das frische Saatgut von 1969 war die einzige Probe, die bis zum 3. Tag bereits ein Keimergebnis (4,3 %) aufwies, während bei allen anderen Jahrgängen zu diesem Zeitpunkt keine oder nur eine minimale Keimung wahrgenommen wurde. Die beiden Proben aus dem Jahre 1966 keimen hingegen langsam, ihre "Halbwerte" liegen erst zwischen dem 7. und dem 10. Tag. Trotz des sehr niedrigen Endkeimergebnisses weist das Saatgut des Jahres 1962 eine relativ hohe Keimgeschwindigkeit auf. Diese sowie die restlichen Proben liegen mit ihren "Halbwerten" zwischen dem 5. und dem 7. Tag. Die vorliegenden Ergebnisse lassen einen gesicherten negativen Zusammenhang zwischen der Keimschnellig-

keit und dem Alter des Saatgutes erkennen ($r = - 0,52$). Etwas geringer ist die Korrelation von Keimschnelligkeit und Endkeimergebnis ($r = + 0,46$).

SCHELL (1960) hat bei Fichte gefunden, daß die Keimschnelligkeit eine "Individualeigenschaft", also genetisch gesteuert ist. Daneben treten aber auch jahresbedingte Unterschiede hervor, die offenbar auf klimatische Einflüsse während der Entwicklung und Reife der Samen zurückzuführen sind. Die Frage, ob diese Zusammenhänge in gleicher Weise auch für Erle Gültigkeit haben, kann nicht mit Sicherheit beantwortet werden. Auffallend ist die weitgehend ähnliche Keimungsentwicklung bis zum 7. Tage bei den jeweils zwei Proben der Jahre 1966 und 1967. Da es sich dabei aber um Saatgut eines Baumes bzw. Klons handelt, ist die zufällige Selektion von langsamkeimenden Individuen denkbar. D.h., anhand von nur zwei Saatgutproben in zwei Jahren kann man über die genetischen Ursachen der Keimschnelligkeit keine Aussage machen.

Das Endkeimergebnis als weiteres Kriterium zur Beurteilung der einzelnen Proben weist ein Maximum von rd. 71 % (= Gesamtmittel aller Untersuchungen einer "Herkunft") für den jüngsten Erntejahrgang 1969 auf, und ein Minimum von rd. 26 % für den Jahrgang 1964. Mit rd. 28 % hat der Jahrgang 1962 fast ebenso schwach gekeimt. Auffallend hoch ist demgegenüber das Keimniveau der ältesten Ernte von 1961 mit rd. 41 % und das der Probe von 1963 mit rd. 50 %; trotz einer Lagerung von etwa 9 bzw. 7 Jahren reichen diese an das Niveau des Jahrgangs 1967 mit nur dreijähriger Lagerzeit heran. Mit knapp über 50 % keimten auch die Proben aus dem Jahr 1965 und 1966 (2. Probe). Das Saatgut des Einzelbaumes aus dem Jahr 1966 (Probe 1966/1) weist ein Keimniveau von rd. 63 % auf und gehört damit zu den drei bestkeimenden "Herkünften". Für das Saatgut von 1966 (beide

Proben) muß jedoch eine gewisse Keimlabilität erwähnt werden, weil hier die größten Differenzen zwischen den verschiedenen Keimverfahren auftreten. Möglicherweise besteht ein Zusammenhang zwischen dieser Labilität und der niedrigen Keimschnelligkeit. Trotz geringer Probenzahl läßt sich eine deutliche negative Korrelation zwischen dem Keimniveau und der Lagerzeit, d.h. dem Endkeimergebnis und dem Alter der Proben erkennen ($r = - 0,63$).

2.2.2.2 Unterschiede der Keimverfahren

Die drei im Versuch angewandten Untersuchungsmethoden zeigen teilweise beträchtliche Unterschiede in den Keimergebnissen, die sich mit zunehmender Prüfungsdauer in ihren Relationen verändern (Abb. 17 und Übers. 8). Die statistische Auswertung ergab, daß rd. 4 % Differenz für die signifikante Trennung der Werte ausreichen (390 Wiederholungen mit je 100 Samen). Durch die hohe Keimschnelligkeit bis zum 5. Abnahmetag bei konstanter Temperatur (Keimschrank) ist dieses Verfahren von den beiden anderen signifikant verschieden, während sich die beiden Wechseltemperatur-Methoden (Rodewald- und Jacobsen-Gerät) anfänglich nur schwach signifikant unterscheiden.

Übersicht 8

Durchschnittliche Keimergebnisse der Verfahren (%)

<u>Abnahmetag</u>	<u>"Rodewald"</u>	<u>Keimschrank</u>	<u>"Jacobsen"</u>
5. Tag	13,8 a	25,2 b	17,2(c)
7. Tag	32,7 a	37,1 b	37,4 b
10. Tag	43,0 a	40,7 a	47,1 b
14. Tag	49,9 a	42,4 b	51,7 a
21. Tag	52,7 a	43,3 b	53,1 a

Ungleiche Buchstaben nach den Mittelwerten bedeuten signifikante Differenzen nach dem Duncan-Test (Signifikanzschranke 0,98).

Bis zum 7. Tag hat die Keimung im Jacobsen-Apparat stark zugenommen und das Niveau des Keimschrankes erreicht, nur das Rodewald-Verfahren liegt noch signifikant niedriger, obwohl auch hier eine beträchtliche Zunahme festzustellen ist. Während die beiden Wechseltemperatur-Verfahren die Keimrate bis zum 10. Tag weiter kräftig ansteigen lassen, nimmt diese im Keimschrank nur geringfügig zu, so daß sich bereits am 10. Tag eine Überlegenheit der beiden vorgenannten Verfahren abzuzeichnen beginnt. Vom 14. Tag an bleibt das Verfahren mit konstanter Temperatur gegenüber den beiden Wechseltemperatur-Verfahren mit jeweils gesicherten Differenzen zurück, wobei sich die letzteren in ihren Werten kaum noch bzw. nicht mehr unterscheiden (Übers. 8).

Der unterschiedliche Keimungsverlauf bei den drei Keimverfahren ist für den 5. bzw. 21. Tag aus Abbildung 17 gut ersichtlich. Während am 5. Tag die Wechseltemperatur-Verfahren gegenüber dem mit konstanter Temperatur noch deutlich zurückliegen, und zwar um so mehr als das Keimniveau im Verlauf des Untersuchungsjahres niedriger wird, (maximale Differenzen siehe Übers. 9) hat das Verhältnis der Verfahren bis zum Prüfungsabschluß am 21. Tag eine augenfällige Umkehrung erfahren.

Übersicht 9

Maximale Differenz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten

Keimergebnis der 13 Ansätze

<u>Abnahmetag</u>	<u>Rodewald-</u>	<u>Jacobsen-Gerät</u>	<u>Keimschrank</u>
5. Tag	21,7 %	31,1 %	16,8 %
21. Tag	9,2 %	8,0 %	18,1 %

Aus den Angaben in Übersicht 9 kann festgestellt werden, daß bei der konstanten Temperatur das Absinken des Keimniveaus sich in der Keimschnelligkeit sowie im Endergebnis

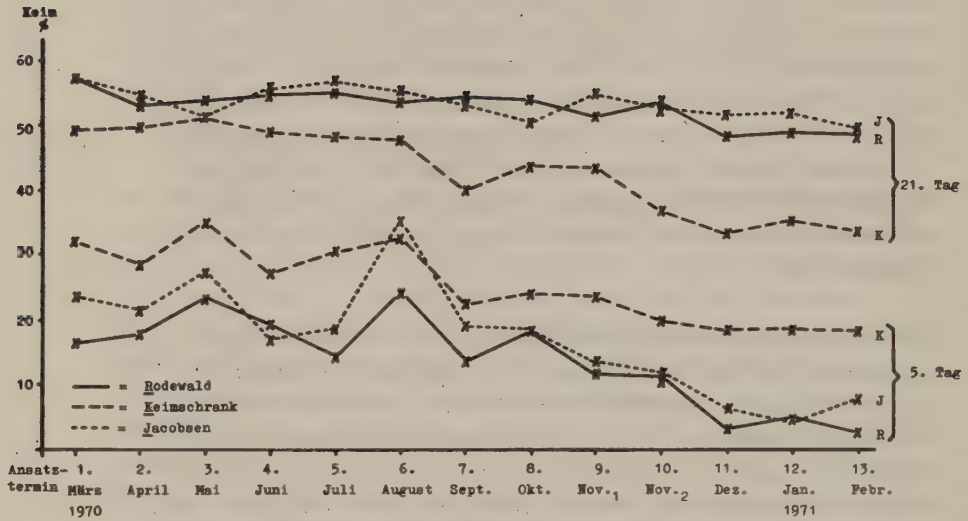


Abb. 17 Durchschnittliche Keimergebnisse am 5. und am 21. Tag
(getrennt nach Untersuchungsverfahren)

ziemlich gleichmäßig niederschlägt, bei Wechseltemperatur hingegen nur, aber umso deutlicher, in der Keimschnelligkeit.

Im Hinblick auf die Fragestellung des Versuches sind die Differenzen zwischen den Keimverfahren und deren Veränderungen von untergeordneter Bedeutung, deshalb werden in den weiteren Darlegungen überwiegend Durchschnittswerte der drei Verfahren zu-grunde gelegt.

2.2.2.3 Ansatztermin und Keimbereitschaft

Die Entwicklung der Keimung während des Untersuchungsjahres sowie ihre Unterschiede an den 13 aufeinanderfolgenden Prüf-terminen sind die wesentlichen Aspekte für die Auswertung des Versuches um jahreszeitlich bedingte Keimungsschwankungen aufzufinden. Ungeachtet der oben dargestellten Besonderheiten und Abweichungen zeigt die Varianzanalyse, daß gesicherte Unterschiede in den Keimergebnissen der 13 Ansatztermine bestehen, die sich während der 21tägigen Prüfdauer ändern. Wie aus Abbildung 18 hervorgeht, differenzieren sich diese Keimergebnisse am 5. und 7. Abnahmetag häufiger als an den folgenden Abnahmetagen. Das bedeutet, daß die Keimschnelligkeit der Proben stärker variiert als ihr Endkeimniveau. Die Keimergebnisse des 14. und 21. Tages heben sich nur noch an den letzten 4 bzw. 3 Ansatzterminen von den ersten Ansätzen signifikant ab. Diese letztgenannten Unterschiede des Keimniveaus im Jahresablauf gründen auf der Abnahme der Keimfähigkeit gegen Ende des Untersuchungsjahres, die durch den Einfluß der lagerungsbedingten Alterung hervorgerufen wird. Zur gesicherten Trennung der Ansatztermine sind rd. 9 %, zur schwach gesicherten rd. 6 % Keimungsdifferenz erforderlich (90 Wiederholungen mit je 100 Samen).

Der erste Ansatz im März hebt sich während der 21tägigen Untersuchungsdauer durch häufige gesicherte Differenzen ab, am 7. und 10. Tag weist er gegenüber allen Ansätzen ab

September signifikant höhere Keimwerte auf; am 14. und 21. Tag verringert sich die Zahl der Differenzen.

Auffallend ist die Differenzierung der Keimentwicklung im Mai und im August; am 5. Tag unterscheiden sich die beiden Termine signifikant von fast allen anderen, das heißt, die Keimergebnisse am 5. Tag liegen in diesen beiden Monaten signifikant höher als vorher und nachher (Abb. 18). Die Ergebnisse des Mai stimmen nur mit denen der beiden vorausgehenden Monate April und März überein, während die des August gegenüber allen mit Ausnahme des Mai signifikant höher sind. Für den Keimwert im August, der ein Maximum am 5. Tag innerhalb des Untersuchungsjahres aufweist, bleiben diese Signifikanzen unter Abschwächung auch am 7. Tag erhalten. Zum letztgenannten Abnahmezeitpunkt ist das Keimergebnis immer noch besser als an allen folgenden Terminen - wie dies auch für den März gefunden wurde.

Neben der varianzanalytischen Trennung zeigt Abbildung 19 die unterschiedliche Entwicklung der Keimung im Verlauf des Untersuchungsjahres im Durchschnitt aller "Herkünfte" und Verfahren. Jeder einzelne Punkt der 5 Diagramme wird charakterisiert durch 9 900 Samen. Bei der Betrachtung des Verlaufs der Keimschnelligkeit (Diagramm des 5. Tages) fallen hier besonders deutlich die beiden Piks im Mai und August auf, im August ist zusätzlich auch am 7. Tag noch ein deutlicher Gipfel zu erkennen. Am 10. Untersuchungstag sind die Keimergebnisse soweit ausgeglichen, daß ein ähnliches Kurvenbild wie am 14. und 21. Tag entsteht. Die Kurve am 14. Tag läuft nahezu parallel zu der des letzten Prüftages, wobei nur noch ein sehr geringer Abstand (1 - 2 %) in Erscheinung tritt. Das alterungsbedingte Absinken des Keimniveaus ist ab dem 10. Ansatztermin (November/2) deutlich erkennbar und durch eine signifikante Differenz belegt. Auch anhand dieser Durchschnittswerte zeigt sich die Niveauabnahme deutlicher in der

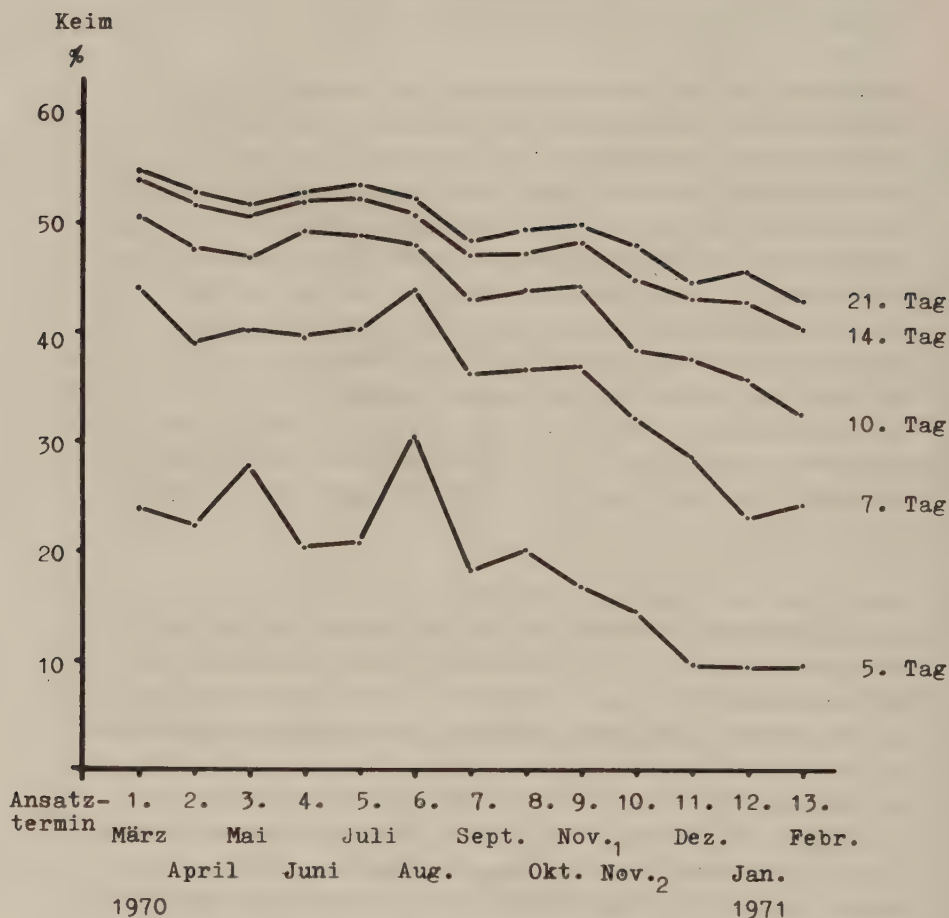
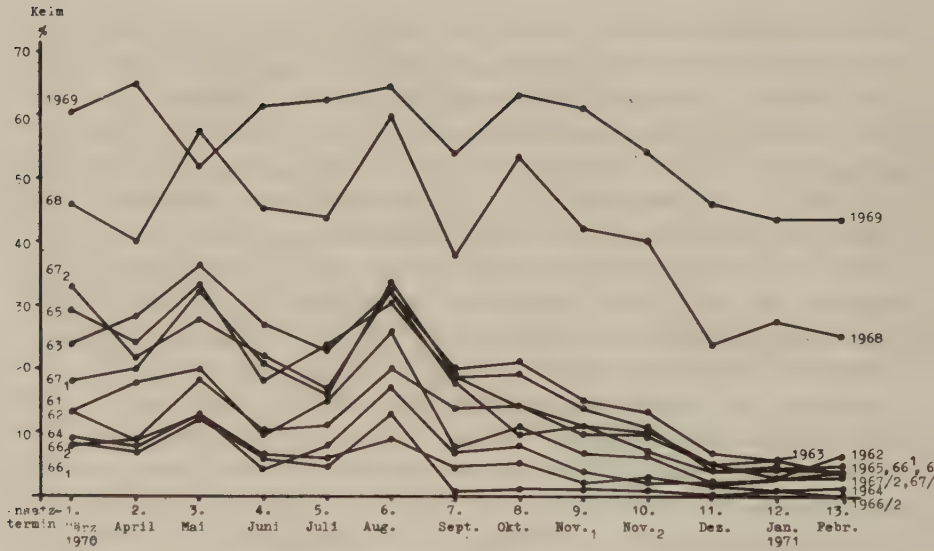


Abb. 19 Keimergebnisse am 5., 7., 10., 14. und 21. Abnahmetag
an den 13 Ansatzterminen
(Durchschnitt aller "Herkünfte" und Verfahren)

Keimschnelligkeit als in den Endergebnissen. Vom 10. Tag an ist eine annähernd wellenförmige Ausbildung der Keimkurven erkennbar, die besonders gute Endkeimergebnisse in der Zeit zwischen Juni/August und Oktober/November aufzeigt.

Es erscheint notwendig, neben der statistischen Absicherung der beiden Gipfel der Keimschnelligkeit im Mai und im August diese in ihrer Bedeutung eingehender zu erörtern. Es soll daher die Keimungsentwicklung bis zum 5. Tag für jede einzelne der insgesamt 11 "Herkunftsproben" aufgezeigt werden, und zwar im Durchschnitt der drei Untersuchungsverfahren (Abb. 20). Auch für die meisten Einzel-Saatgutproben ist eine deutlich höhere Keimfähigkeit bis zum 5. Tag in den Monaten Mai und August festzustellen, wenngleich bei den einzelnen "Herkünften" Unterschiede bestehen. Immerhin zeigen 10 der 11 "Herkünfte" die beiden Pks im Mai und im August. Lediglich die jüngste Samenpartie von 1969 hat einen zum Teil abweichenden Verlauf von den meisten übrigen Proben. Der Erntejahrgang 1968 zeigt abweichend einen dritten Gipfel im Oktober. Unterschiedlich ist nur das zeitliche Auftreten des Maximums; so ist - offenbar ohne Zusammenhang mit ihrem Alter - bei einigen Proben die höchste Keimfähigkeit des 5. Tages im Mai, bei anderen im August zu finden. Außerdem ist erwähnenswert, daß der erste Ansatztermin im März generell sehr gute Ergebnisse gebracht hat, wobei die Probe von 1967/2 bereits zu diesem Zeitpunkt den Maximalwert der Keimschnelligkeit erreichte.

SCHMIDT (1929 und 1930) hatte bei seinen Untersuchungen über Kiefer die Keimschnelligkeit ausgedrückt als Keimergebnis am 4. Tag in Prozent vom Endkeimergebnis. Für diese relative Keimschnelligkeit hatte er eine deutliche Schwankung gefunden. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wird für die Keimschnelligkeit die Keimrate vom 5. Tag zugrunde gelegt und



Abt. 20 Keimprozent der 11 "Herkünfte" am 5. Tag
(Mittelwerte der 3 Verfahren)

zum Endkeimergebnis am 21. Tag in Beziehung gesetzt. Die graphische Darstellung dieser Verhältniszahlen (Abb. 21) läßt ein der tatsächlichen Keimfähigkeit vom 5. Tag entsprechendes, durch Überhöhung der Diagramme noch deutlicheres Bild erkennen. Die beiden Gipfel der Keimschnelligkeit im Mai und im August zeichnen sich bei allen drei Verfahren ab, sie können demnach nicht durch extrem schnelle Entwicklung unter dem Einfluß eines der drei Verfahren hervorgerufen sein. Die Darstellung der Keimschnelligkeit als Prozentsatz des Endkeimergebnisses läßt das abweichende Keimverhalten der beiden jüngsten Samenproben weniger in Erscheinung treten. Bei der Darstellung der Durchschnittswerte aller "Herkünfte" zeigen sich die beiden Paks im Mai und im August besonders deutlich (Abb. 22).

Aufschlußreich sind ferner die "Zuwachskurven" der Keimfähigkeit für die 13 Ansatztermine (Abb. 23). Für die Ansatztermine von März bis Oktober wird die höchste Zuwachsrate am 5. Tag erreicht, wobei Mai und August um 7 bzw. 10 % die Durchschnittswerte der übrigen Monate (rd. 23 %) überragen. Die letzten fünf Ansätze ab November zeigen ihren höchsten Zuwachs erst am 7. Tag mit durchschnittlich rd. 18 % (Ausnahme Januar mit höchstem Zuwachs erst am 10. Tag). Am 7. Tag weisen die beiden genannten Monate Mai und August dann ein Minimum in der Zuwachsrate auf. Am 10. Abnahmetag bestehen nur geringe Unterschiede für die 13 Ansatztermine. Von diesem Zeitpunkt an beginnt der Zuwachs abzusinken, dabei ist die Abnahme für die Termine, die ein langsames Ankeimen zeigen (November - Februar), deutlich geringer als bei den ersten acht. Diese immer noch relativ hohe Zuwachsrate bis zum 14. Tag bei den letzten fünf Terminen erklärt, warum im Durchschnitt der "Herkünfte" die Keimschnelligkeit im Verlauf des Untersuchungsjahres stärker absinkt als das Endkeimergebnis (siehe auch Abb. 17).

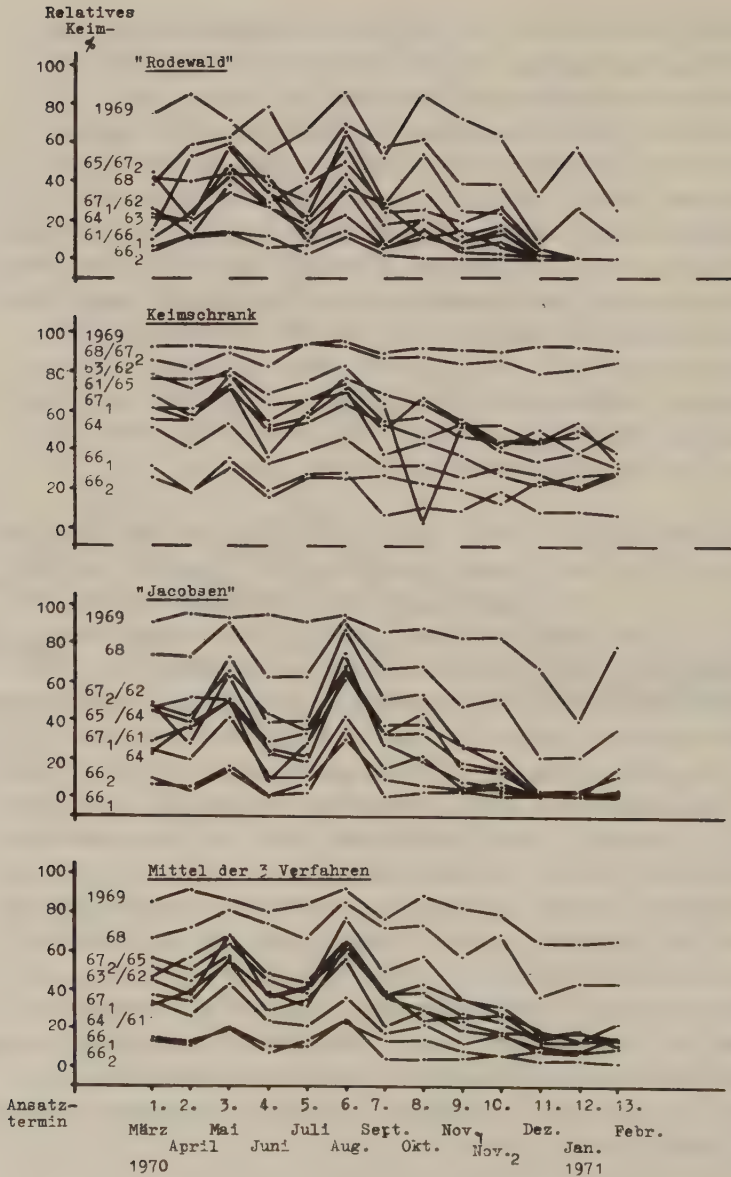


Abb. 21 Keimergebnisse am 5. Tag in % vom Endergebnis am 21. Tag
(getrennt nach "Herkunft" und Verfahren)

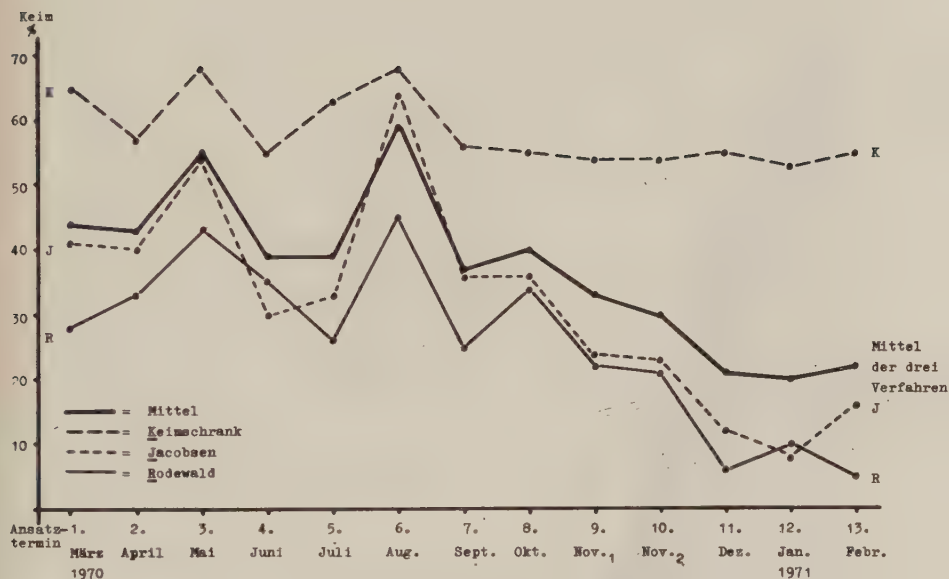


Abb. 22 Keimergebnisse am 5. Tag in % vom 21. Tag getrennt nach Verfahren
(Mittelwerte der 11 "Herkünfte")

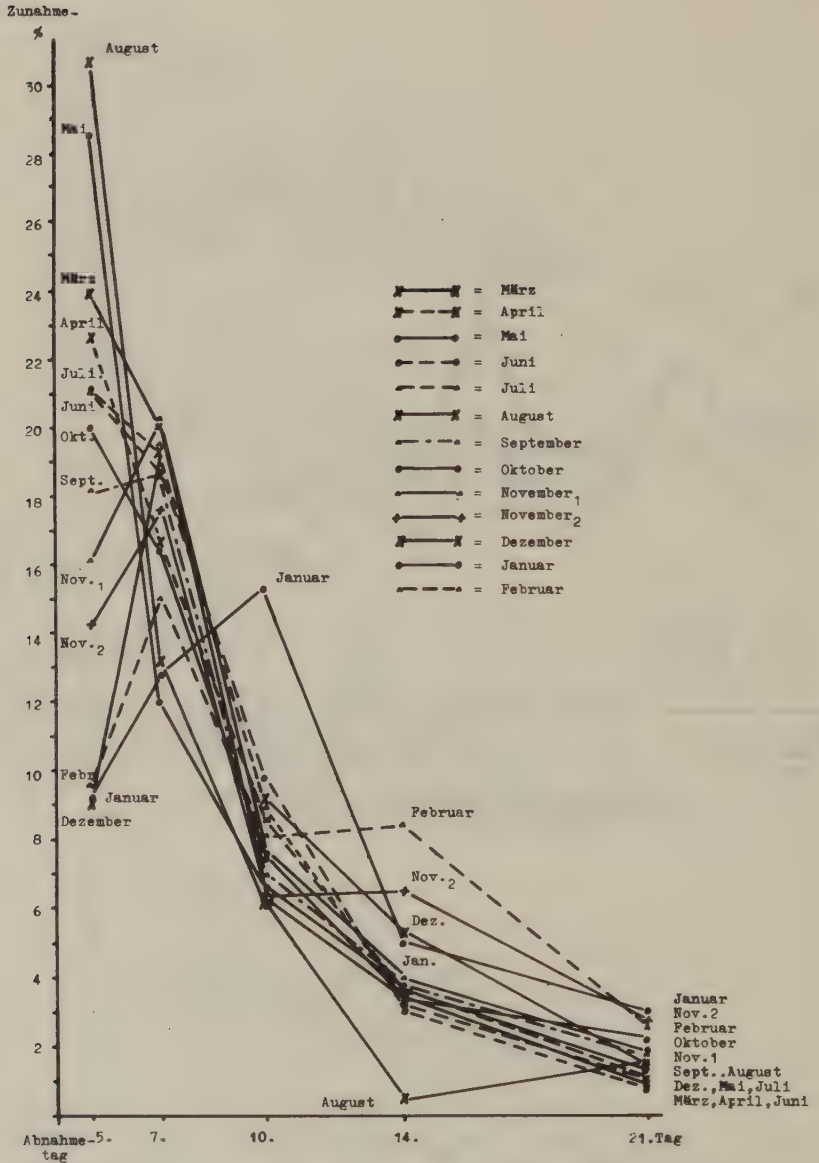


Abb. 23 Zunahme der Keimprocente an den jeweiligen Abnahmetagen von 13 Ansatzterminen
(Durchschnitt der 3 Verfahren)

2.2.2.4 Statistische Prüfung

Wie bereits im vorhergehenden Anschnitt dargelegt wurde, bestehen zwischen den 11 verschiedenen Proben, den drei Untersuchungsverfahren und den 13 Ansatzterminen signifikante Interaktionen. Zur Beurteilung derselben sei hier zunächst auf die F-Werte (Variationsquotient) aus der Varianzanalyse hingewiesen (Übers. 11a). Sowohl innerhalb als auch zwischen den Gruppen erweisen sich alle Varianzen als hoch signifikant. Jedoch unterscheiden sich die F-Werte bis zu zwei Dezimalstellen, das heißt, die Signifikanzen der drei untersuchten Faktoren und ihre Interaktionen sind unterschiedlich hoch. Den mit Abstand stärksten Einfluß (höchste F-Werte) weisen die 10 verschiedenen "Herkünfte" auf, bedingt durch ihr unterschiedliches Keimniveau und indirekt durch die Verschiedenheit ihres Alters. Wesentlich niedriger sind die F-Werte der drei Keimverfahren, während die 13 Ansatztermine die geringsten Varianzen zeigen, mit einer deutlichen Tendenz zur Abnahme gegen den 21. Prüftag. Abhängig davon, welche der Faktoren miteinander geprüft werden, liegen die Interaktionswerte entsprechend höher oder niedriger.

Sehr interessant sind die Ergebnisse des Bartlett-Testes zur Prüfung der Homogenität der Varianzen (Übers. 11b). Als hochsignifikant inhomogen erweisen sich die Varianzen der verschieden alten "Herkünfte", weil Keimhöhe und Keimschnelligkeit verständlicherweise stark mit dem Alter variieren; entsprechend deutlich ist diese Variation auch bei den Interaktionen noch erkennbar. Dagegen zeichnen sich die Varianzen der 13 Ansatztermine durch Homogenität aus. Das bedeutet, daß trotz signifikanter Unterschiede im Keimniveau die Varianzen gleichsinnig sind und sich nicht mit abnehmendem bzw. schwankendem Keimniveau verändern. Als nicht konstant homogen haben sich die Varianzen der drei Keimverfahren gezeigt; am 5. Tag sind sie hochgesichert verschieden, an den folgenden Abnahmetagen hingegen homogen.

Übersicht 11a

Ergebnisse der Varianzanalyse der 10 "Herkünfte", 13
Ansatztermine und 3 Verfahren (F-Werte)

	FG	5.Tag	7.Tag	10.Tag	14.Tag	21.Tag
"Herkünfte" (10)	9,1160	275,4	288,0	220,8	205,7	204,3
Ansatztermine (13)	12,1157	11,8	12,6	10,0	5,3	3,8
Verfahren (3)	2,1167	37,6	7,4	13,0	30,5	38,9
10"Herkünfte" an 13 Terminen	129,1040	40,3	56,8	37,7	24,7	21,5
10"Herkünfte" in 3 Verfahren	29,1140	125,7	96,4	81,5	91,8	100,3
13 Termine in 3 Verfahren	38,1131	6,7	4,8	4,3	4,0	4,1
10"Herkünfte" an 13 Terminen in 3 Verfahren = Gesamt- interaktion	389, 780	56,7	32,1	26,1	24,2	24,7

Alle Werte sind gesichert bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,001 %.

Übersicht 11b

Ergebnisse des Bartlett-Tests zur Prüfung auf Homogenität
der Varianzen (F-Werte)

	FG	5. Tag	7. Tag	10. Tag	14. Tag	21. Tag
"Herkünfte" (10)	9,9999	40,6**	16,7**	34,6**	36,5**	36,3**
Ansatztermine (13)	12,9999	1,7	1,7	0,9	0,7	0,8
Verfahren (3)	2,9999	11,7**	0,2	0,1	0,9	0,4
10"Herkünfte" an 13 Terminen	129,9999	5,5**	1,9**	2,4**	3,5**	3,9**
10"Herkünfte" in 3 Verfahren	29,9999	12,3**	5,8**	10,0**	10,8**	10,7**
3 Verfahren an 13 Terminen	38,9999	3,6**	0,7	0,5	0,6	0,6
Gesamtvarianz	zu groß für Bartlett-Test					

** =hoch signifikant, d.h. die
Varianzen sind nicht homogen.

Daraus geht hervor, daß die Keimschnelligkeit, die - wie in Abschnitt 2.2.2.2 dargelegt - stark vom Verfahren abhängig ist, durch ungleiche Varianzen gekennzeichnet ist.

2.2.2.5 Hell-Dunkel-Versuch

Ein später angelegter Versuch von geringerem Umfang sollte klären, ob die Roterle bei Dunkelkeimung deutlichere Schwankungen in der Keimbereitschaft zeigt als bei normaler Lichtkeimung.

Es wurde Saatgut oberbayerischer Herkunft aus den Erntejahren 1961, 1969 und 1972 verwendet, das unter Anwendung von nur zwei Verfahren mit Wechsel- bzw. Konstant-Temperatur (Jacobsen-Gerät und Keimschrank) keimte. Zur Abdunkelung wurden die Jacobsen-Glocken schwarz gestrichen bzw. unter Tonglocken gestellt, während das Frontfenster des Keimschranks mit Pappe abgedeckt wurde. Der Versuch verlief im übrigen wie der oben geschilderte; er war auf den Zeitraum von April bis Oktober (sieben Ansätze) beschränkt.

Die Ergebnisse, die in Einzelheiten nicht dargelegt zu werden brauchen (die Keimprozent finden sich in Tabelle IV, Anhang), lassen erkennen, daß die Verdunkelung sich nur bei vollem Lichtentzug auswirkte (Keimschrank), während unter den Jacobsen-Glocken offenbar infolge minimalen Lichteintritts die Keimung nicht negativ beeinflußt worden ist. Im Hinblick auf die zeitbedingten Keimschwankungen werden deshalb nur die Durchschnittsergebnisse der drei Proben beim Verfahren mit konstanter Temperatur (Keimschrank) mitgeteilt (Übers. 10 bzw. Abb. 24). Die Differenzen zwischen den Ergebnissen mit bzw. ohne Licht sind am 5. u. 21. Abnahmetag signifikant, die Roterle keimt also ohne Licht gesichert schlechter. Im Gesamtdurchschnitt beträgt das Dunkel-Endkeimergebnis nur 64 % vom Licht-Endkeimergebnis (Keimprozent 24,2 bzw. 38,1).

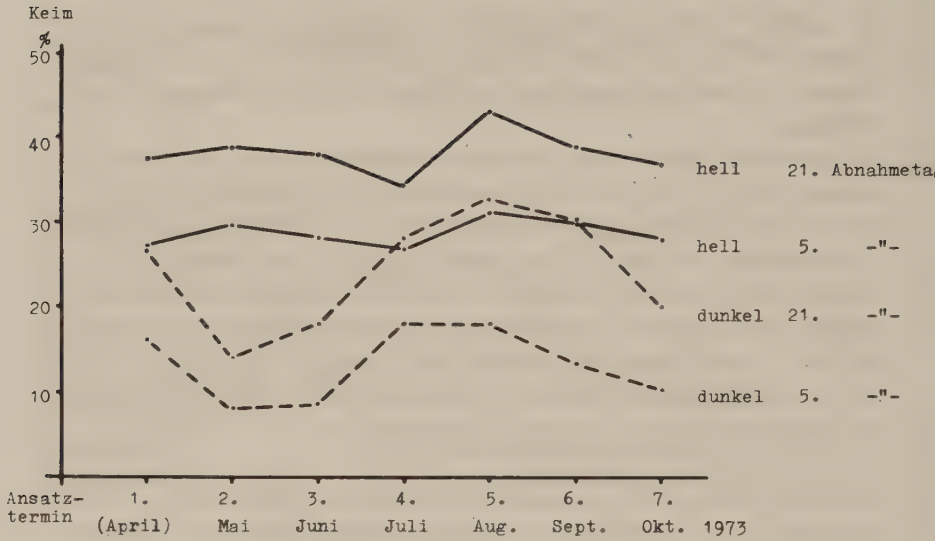


Abb. 24 Keimergebnisse des Hell-Dunkel-Versuchs im Keimschrank
(Mittel aus 3 Herkunftsn) am 5. und 21. Tag

Übersicht 10

Keimergebnisse (%) im Hell-Dunkel-Versuch
(Mittelwerte aus drei Proben im Keimschrank)

Ansatz- termin	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Abnahme
m.Licht	27,3	29,7	28,0	26,7	31,0	30,0	28,0	5. Tag
o.Licht	16,3	8,0	8,7	18,0	18,0	13,3	10,3	5. "
m.Licht	37,3	38,7	38,0	34,3	43,0	38,7	36,7	21. Tag
o.Licht	26,7	14,0	18,0	28,0	32,7	30,3	20,0	21. "

Die zeitbedingte Schwankung des Keimniveaus kommt auch hier deutlich zum Ausdruck und zeigt sich im Dunkelversuch tatsächlich stärker als unter normalen Bedingungen. Anders als bei dem einjährigen Versuch tritt die Schwankung aber nicht nur im August in Erscheinung sondern teilweise auch bereits im Juli bzw. noch im September, d.h. das höhere Keimniveau ist hier während eines längeren Zeitraums gegeben. Sowohl in der Serie mit als auch in der ohne Licht kommt die erhöhte Keimfähigkeit in den drei genannten Monaten am 21. Tag deutlicher zum Ausdruck als am 5. Tag. Besonders auffallend ist die Umkehrung der Licht-Dunkel-Beziehung im Mai; während mit Licht eine Tendenz zu erhöhter Keimbereitschaft besteht, zeigt sich ohne Licht eine starke Absenkung der Keimrate.

Die relativ guten Keimergebnisse des ersten Ansatztermins (Ende April) lassen auch hier auf ein zweites Optimum der Keimbereitschaft im Frühjahr schließen. Die Mittelwerte liegen beim Lichtversuch so dicht beieinander, daß eine statistische Trennung nicht möglich ist; im Dunkelversuch sind hingegen die Extremwerte gesichert verschieden (Mai bzw. Juli - September).

2.2.3 Diskussion

Untersuchungen mit Samen verschiedener Pflanzenarten, über die in der Literatur berichtet wurde, geben Anlaß zu der Vermutung, daß auch bei Saatgut von Baumarten im Verlaufe eines Jahres Schwankungen in der Keimbereitschaft auftreten. Eine erste Bestätigung dieser Hypothese lieferte SCHMIDT durch entsprechende Untersuchungen in den Jahren 1929 und 1930 an Kiefer und Fichte. Weitere Versuche mit Kiefer und Lärche von REHACKOVA (1954) bestätigten und ergänzten die Ergebnisse SCHMIDT's. Im Rahmen dieser Arbeit sollte untersucht werden, ob auch bei Laubholzfrüchten ähnliche Erscheinungen zu finden sind, die Roterle erschien hierfür als geeignetes Objekt.

In Bezug auf die Fragestellung (gibt es eine Rhythmik in der Keimung von Roterle?) sind die Keimergebnisse des fünften Tages als Ausdruck der Keimschnelligkeit von überragender Bedeutung. Die hervorstechende Beschleunigung der Keimung in den Ansatzmonaten Mai und August kann, wie oben dargelegt, nicht auf einen Methodenfehler zurückgeführt werden, und auch nicht auf die stark abweichende Qualität einzelner Proben. Der Hell-Dunkel-Versuch mit anderem Saatgut zu einem späteren Zeitpunkt hat die Ergebnisse des umfangreichen früheren Versuchs bestätigt und gezeigt, daß die zunächst überraschend kurzfristig auftretenden Maxima der Keimschnelligkeit doch zeitlich weiter zu fassen sind und sich auch im Endkeimniveau niederschlagen können, insbesondere bei der Dunkelkeimung. Als bedeutsames Resultat aus diesen Versuchen kann festgestellt werden, daß bei Roterle sowohl im Untersuchungsjahr 1970/71 als auch 1973 zeitbedingte Schwankungen der Keimschnelligkeit am 5. Tag (im zweiten Versuch auch im Endkeimergebnis am 21. Tag) aufgetreten sind, die zwei Maxima aufweisen, nämlich in der Zeit April/Mai und Juli bis September (besonders deutlich im August). Im Sinne der ein-

gangs dargelegten Hypothese kann diese Keimungsschwankung als "endogene Rhythmik" bezeichnet werden.

Damit stellt sich die Frage nach der physiologischen Ursache dieser unterschiedlichen Keimbereitschaft. Was veranlaßt die Früchte der Roterle zur besonders schnellen Keimung im Frühjahr und im Sommer-Herbst? Während der April-Mai-Gipfel gedeutet werden kann als eine vielfach gefundene erhöhte Keimbereitschaft im Frühjahr, die als jahreszeitbedingte, natürliche Aktivierung der Lebenstätigkeit aufzufassen ist, muß für den Juli-September-Gipfel das Fehlen einer derart einfachen und einleuchtenden Erklärung eingeräumt werden. Dieser Termin stimmt kaum mit dem Beginn der anfänglichen Keimfähigkeit frisch geernteten Saatgutes überein. Unter natürlichen Bedingungen ist das Saatgut der Roterle im Juli/August noch nicht reif und daher keimunfähig, wie Literaturangaben (Mc VEAN, 1955; MESSER, 1961) und eigene Voruntersuchungen gezeigt haben. Die Keimfähigkeit nach der Reife dürfte frühestens ab September einsetzen, wenn der Zeitpunkt der "Milchreife" überschritten ist, d.h. wenn die Früchte beginnen im Wassergehalt abzunehmen, was äußerlich an dem Übergang von der weißlich-grünen zur bräunlichen Färbung erkennbar ist.

BÜNNING (1949) fand einen Zusammenhang zwischen den Schwankungen der Keimfähigkeit und dem Aktivitätswechsel der Mutterpflanzen, der darin besteht, daß der Aktivitätsrhythmus der Mutterpflanzen vererbt wird und dann bei den Samen bzw. Früchten (wohl speziell im Embryo lokalisiert) als Schwankung der Keimbereitschaft zum Ausdruck kommt. BÜNNING hatte Früchte von krautigen Pflanzen für seine Untersuchungen verwendet, wobei diese auf einjährige Dauer beschränkt waren. Es ist deshalb nicht feststellbar, ob die Früchte eines Erntejahres auch in den Folgejahren Schwankungen in der Keimbereitschaft aufweisen, ob also die angenommene Rhythmusübertragung von der Mutterpflanze länger als ein Jahr wirksam bleibt. Die

Frage, ob es sich innerhalb der eigenen Untersuchung um die gleiche oder um eine ähnliche Erscheinung handelt, kann nicht geklärt werden. Möglicherweise ist die erhöhte Keimschnelligkeit der Proben im Sommer bzw. Frühherbst in Zusammenhang zu bringen mit der bei Baumarten häufig auftretenden sog. Johannis- oder Augusttrieb Bildung, die eine zweite, erhöhte Wachstumsaktivität im Spätsommer darstellt. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß keine Beziehung zwischen der erhöhten Keimbereitschaft und der jahreszeitlich bedingten vermehrten Aktivität der Mutterpflanze besteht, wie dies bei vielen Pflanzenarten mit nur einer jährlichen Rhythmusschwankung gefunden wurde, wobei deren Keimfähigkeit - Maximum im Winter lag (BÜNNING, 1949; RUGE, 1955; KUMMEROW, 1965). Der Einfluß der Klimabedingungen während der Reifezeit auf die Keimung (KOLLER, 1962) kann für diese Schwankung nicht als Erklärung dienen.

Die eigentliche Ursache einer endogen induzierten Keimungsschwankung ist bis jetzt nicht bekannt. Versuche, die endogene Rhythmik zu beeinflussen, z.B. durch Erntezeit, Lagerung, Temperatur, Feuchtigkeit u.a. Faktoren lieferten sehr unterschiedliche, teilweise sich widersprechende Ergebnisse, so daß nach KUMMEROW (1965) eine "Beteiligung sowohl von einfachen biochemischen Prozessen als auch von labilen Substanzen oder Strukturen in den Zellen unwahrscheinlich" ist. Es werden eher physikalisch-chemische Veränderungen der Zellen, speziell der Proteine vermutet (BÜNNING, RUGE).

Aus den eigenen Untersuchungen können keine Schlüsse bezüglich der Ursache dieser Keimungsschwankung gezogen werden. Dagegen scheint es wohl möglich zu sein aus der Altersstufung des Materials (Erntezeitraum von neun Jahren) auf die Nachhaltigkeit bzw. Sicherheit des Auftretens solcher Schwankungen zu schließen, da die Altersstufen quasi als Ersatz für die nur einjährige Untersuchungsdauer anzusehen ist. Wenn so unterschiedlich alte Saatgutproben in einem Jahr Keimsschwankungen

aufweisen, legt dies den Schluß nahe, daß gleichaltes Saatgut in verschiedenen Jahren auch diese Schwankung zeigt. Für einen exakten Beweis wäre sicherlich die Fortführung des Versuchs über einen Zeitraum von mindestens zwei Jahren notwendig gewesen, wobei aber selbst durch beste Lagerungsbedingungen für die Untersuchungsproben eine gewisse alterungsbedingte Abnahme der Keimfähigkeit nicht hätte verhindert werden können.

Es ist denkbar, daß eine "endogene Keimrhythmik" auch bei anderen Laubbaumarten auftritt, jedoch durch starke Keimhemmungen überdeckt wird und daher nicht in Erscheinung tritt. Die zeitweilig fehlende Keimbereitschaft könnte eine Erklärung für folgende Feststellung sein:

Bei der amtlichen Saatgutuntersuchung wird zur Prüfung von langsamkeimenden, d.h. keimgehemmten Früchten statt der üblichen Keimmethoden (mit mehrwöchiger Stratifikation) der sog. Tetrazolium-Test angewendet, der als biochemische Färbemethode (Reduktion der Tetrazoliumsälze, BULAT, 1961) zur Feststellung der Lebensfähigkeit dient. Bei Vergleichsprüfungen mit ein und demselben Saatgut treten häufig Diskrepanzen dergestalt auf, daß die Ergebnisse des Tetrazolium-Tests wesentlich günstiger sind als die der Keimprüfung (ROHMEDER, 1970). Dies ist besonders oft bei Acer, Carpinus, Fagus, Fraxinus u.a. zu beobachten. Das gleiche Saatgut, das im Labor im Herbst oder Winter nur gering keimt, während gleichzeitig eine hohe Lebensfähigkeit nachgewiesen wird, zeigt dann nach der Aussaat im Frühjahr oftmals einen sehr guten "Feldaufgang", d.h. seine Keimfähigkeit ist zu diesem späteren Zeitpunkt deutlich höher als vorher zur Zeit der Laboruntersuchung. Sollte in solchen Fällen neben der (bekannten) Keimhemmung eine zu bestimmten Zeiten fehlende Keimbereitschaft ausschlaggebend sein, kommt dem Tetrazolium-Test eine neue zusätzliche Bedeutung zu. Die Fehlbeurteilungen solcher Saatgutpartien anhand der üblichen Keimuntersuchung ist

dadurch vermeidbar, die Färbemethode zur Prüfung auf Lebensfähigkeit würde unabhängig von einer endogenen Schwankung der Keimbereitschaft die tatsächliche Qualität des Saatgutes erkennen lassen.

2.2.4 Zusammenfassung

Während eines Jahres (März 1970 bis Februar 1971) wurde Saatgut von Roterle (*Alnus glutinosa*) verschiedener Herkunft aus neun Erntejahren (1961 mit 1969) alle vier Wochen, insgesamt 13 mal zum Keimen angesetzt. Dabei kamen jeweils gleichzeitig drei Verfahren zur Anwendung, nämlich zwei mit Wechseltemperatur (Rodewald- und Jacobsen-Gerät) und ein drittes mit konstanter Temperatur (Keimschrank). Untersucht wurden jeweils 3 x 100 Samen. Die Abnahme der gekeimten Samen erfolgte 3, 5, 7, 10, 14 und 21 Tage nach dem Ansetzen.

Ergebnisse:

1. Die 11 verwendeten Saatgutproben unterscheiden sich in ihren Keimergebnissen signifikant. Das höchste Keimniveau hat das Saatgut des Erntejahres 1969 mit rd. 70 %, das niedrigste das von 1964 mit rd. 26 %. Im Durchschnitt aller Proben liegt das Keimniveau bei rd. 50 %. Die negative Korrelation zwischen dem Alter des Saatgutes und dem Endkeimergebnis beträgt $r = -0,63$. Durch Lagerungseinflüsse nimmt das Keimniveau im Verlauf des 12monatigen Versuchs um 11,5 % ab.
2. Die drei Keimverfahren unterscheiden sich in typischer Weise. Bis zum 7. Tag liefert das Verfahren mit konstanter Temperatur die signifikant besseren Ergebnisse, vom 10. Tag an holen die beiden Wechseltemperaturverfahren auf, so daß bei Abschluß der Prüfung am 21. Tag die Letzteren gesichert höhere Keimwerte aufweisen.

3. Bis zum 3. Tag hat nur das jüngste Saatgut (Ernte 1969) mit einer geringen Rate (rd. 4 %) gekeimt; bis zum 5. Tag sind im Durchschnitt aller drei Keimverfahren rd. 36 % des Endergebnisses erreicht. Dabei treten signifikante Schwankungen auf; im Mai und im August ist die Keimschnelligkeit, (definiert als Keimfähigkeit bis zum 5. Tag) gesichert höher als in den übrigen Monaten. Im August bleibt diese Signifikanz auch noch für den 7. Tag erhalten. Vom 10. bis zum 21. Tag stellt sich ein Ausgleich ein, so daß bei Abschluß der Prüfung in den beiden genannten Monaten mit der höchsten Keimschnelligkeit nicht zugleich auch das höchste Endergebnis erreicht wird. Die hochgesicherte Schwankung in der Keimschnelligkeit wird als "endogene Rhythmik" bezeichnet. Die Korrelationen zwischen der Keimschnelligkeit und dem Alter des Saatgutes bzw. dem Endkeimergebnis betragen $r = - 0,52$ bzw. $r = + 0,46$.
4. Ein kleinerer Versuch mit gleichen Verfahren, aber mit der zusätzlichen Variante "ohne Licht" bestätigte die oben genannten Ergebnisse. Die Rhythmik der Keimung tritt bei Lichtentzug noch deutlicher in Erscheinung; die erhöhte Keimbereitschaft ist nicht nur im August, sondern teilweise auch bereits im Juli bzw. noch im September vorhanden.

3 AUSWERTUNG LANGJÄHRIGER KEIMPRÜFUNGSERGEBNISSE von ROTERLE (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) und WEISSERLE (*Alnus incana* (L.) Moench).

3.1 Einleitung

Seit dem Jahre 1936, als die erste "Amtliche Samenprüfstelle für forstliches Saatgut" in München durch Professor Rohmeder gegründet wurde, sind hier bis zum Jahre 1971 rd. 36 000 Saatgutproben untersucht worden. Etwa 4 % davon entfallen auf die Erlenarten (Rot-, Weiß- und Grünerle). Von Beginn der Prüftätigkeit an sind die Ergebnisse aller Untersuchungen auf Karteikarten erfaßt und bis heute registriert worden.

Es ist bekannt, daß die Keimfähigkeit von Erlensamen in weiten Grenzen schwanken kann, im allgemeinen liegen die Werte relativ niedrig im Vergleich mit dem hoch keimfähigen Handelsaatgut anderer Baumarten wie zum Beispiel von Fichte oder Kiefer. Um die Variation der Erlen-Keimwerte genauer zu analysieren und die besonderen Prüfverhältnisse, nämlich die Untersuchung von einem Gramm ungereinigtem Saatgut zur Bestimmung des "gewichtsbezogenen Gebrauchswerts" aufzuzeigen, sollten die vorhandenen Untersuchungsergebnisse vergleichend ausgewertet werden. Eine detaillierte Verarbeitung des umfangreichen Zahlenmaterials war mit Hilfe einer EDV-Anlage möglich.

3.2 Saatgutproben und Verfahren der Keimuntersuchung

Die in der amtlichen Saatgutprüfstelle untersuchten Proben von Erlensaatgut werden in der Regel von staatlichen und privaten Klenganstalten, Forstämtern, Samenhandelsfirmen und Baumschulen eingeschickt. Zu untersuchen sind im allgemeinen die Reinheit des Saatgutes und seine Keimfähigkeit. Bei der weit überwiegenden Zahl der Einsendungen handelt es sich um Roterle, knapp ein Drittel der Proben entfällt auf Weißerle; Saatgut von Grünerle erhält die Prüfstelle nur ganz

vereinzelt, so daß dieses nicht in die statistische Auswertung einzubeziehen war.

Jede Keimuntersuchung setzt obligatorisch eine Reinheitsanalyse voraus. Die Reinheit der Gehölzssamen bezeichnet alle reifen, unbeschädigten Körner der Art, sowie die besonders kleinen, unreifen oder gekeimten Körner und Bruchkörner, soweit sie größer sind als die Hälfte der ursprünglichen Größe; sie wird ausgedrückt in Gewichtsprozent.

Folgende Prüfverfahren werden für Erlensaatgut angewendet:

Verfahren 1: Im Rogewald-Gerät bei Wechseltemperatur 20/25°C. 3 x 100 Samen werden auf feuchtes Filterpapier gelegt, auf feuchten Sand gestellt, und mit einem Glaskasten überdeckt, so daß sich im Innenraum eine hohe Luftfeuchtigkeit entwickeln kann.

Verfahren 2: Im Keimschrank bei konstanter Temperatur von 25°C bzw. 30°C. 3 x 100 Samen werden auf Filterpapier in kleine, mit feuchtem Sand gefüllte Glasschalen gelegt und mit einer Glasplatte abgedeckt.

Verfahren 3: Ein Gramm ungereinigtes Saatgut wird eingesetzt nach Verfahren 2.

Bei allen drei Verfahren werden die gekeimten Samen nach 7, 14 und 21 Tagen abgenommen und gezählt sowie die nicht gekeimten Samen auf neues Papier gelegt (außer bei Verfahren 3). Die Untersuchung bei "30°C konstant" wurde nur in den Jahren 1949 bis 1962 durchgeführt und entsprechend bei der Auswertung berücksichtigt.

Der aus dem 3. Verfahren sich ergebende "gewichtsbezogene Gebrauchswert" (ROHMEDER, 1939 und 1950), der die Anzahl der Keimlinge in einem Gramm ungereinigtem Saatgut wiedergibt, ist für die Praxis von maßgebender Bedeutung zur Beurteilung der Saatgutqualität. Dieser Wert läßt direkte Schlüsse zu auf die benötigte Saatgutmenge für eine bestimmte Flächeneinheit oder für eine gewünschte Sämlingszahl. Fertig

aufbereitetes Saatgut mit einem bestimmten Anteil von Verunreinigungen läßt sich nachträglich - zur Verbesserung - nur schwer oder gar nicht mehr reinigen, denn die aufbereitungsbedingten Verunreinigungen sind gewichtsmäßig nicht von den Samen zu trennen. Vom Keimprozent der reinen Samen kann man aber nur indirekt über das Tausendkorngewicht und den Prozentsatz der Reinheit auf die zu erwartende Keimlingsausbeute pro Gewichtseinheit schließen.

Die Verfahren der Keimprüfung am Münchner Institut haben sich im auszuwertenden Zeitraum 1947 - 1971 (25 Jahre) nicht wesentlich verändert. Es handelt sich um Prüfvorschriften, die zunächst für Deutschland Gültigkeit hatten, dann aber auch in die Internationalen Vorschriften für die Prüfung von Saatgut übernommen wurden.

3.3 Vorbereitung für die statistische Auswertung

Von den insgesamt rd. 1200 Keimprüfungen von Roterle und den rd. 450 Untersuchungen von Weißerle konnten annähernd 1100 bzw. 320 Proben zur Auswertung verwendet werden. Sie stammen aus dem Zeitraum von 1947 bis 1971. Für die elektronische Datenverarbeitung sind die Untersuchungsergebnisse und die diese möglicherweise beeinflussenden Faktoren, soweit sie bekannt waren, auf Lochkarten übertragen worden:

1. Die Keimergebnisse: Es wurden die Durchschnittswerte der 3 x 100 Samen jedes Prüfverfahrens bzw. die Keimwerte von einem Gramm Saatgut aller drei Abnahmetage verwendet.
2. Das Erntejahr: Diese Größe diente im wesentlichen zur Sortierung und Aufgliederung des Materials.
3. Die Reinheit: Um die Keimergebnisse von einem Gramm ungereinigtem Saatgut miteinander vergleichen zu können, mußten für diese Untersuchung die Reinheiten auf 100 % umgerechnet werden. Dabei wurde eine lineare Zunahme der Keimfähigkeit bei steigender Reinheit vorausgesetzt.
4. Die Dauer der Lagerung: Genaue Angaben über den Zeitpunkt der Ernte fehlen im allgemeinen, daher kann die exakte

Lagerdauer nicht bestimmt werden. Außerdem schwankt die Erntezeit je nach Witterung und Lage des Ernteortes. Es wurde deshalb ein ungefähr durchschnittlicher Erntetermin festgelegt, um die Lagerzeit (in Wochen) berechnen zu können. Dieser Termin ist der 1. Oktober jeden Jahres. Das Ende der Lagerzeit ist der Beginn der Keimprüfung. Da mehrjährig gelagerte Proben nur vereinzelt vorkommen, gehen die folgenden Berechnungen allgemein von Saatgut aus, das nicht länger als ein Jahr gelagert war.

5. Die Herkunft (nur für Roterle): Für den Auswertungszeitraum liegt keine einheitliche Benennung der Herkunftsgebiete vor. Die Angaben wurden so weit wie möglich vereinheitlicht und dann verschlüsselt.

Proben, bei denen Angaben über Erntejahr oder über die Reinheit fehlten, konnten nicht berücksichtigt werden.

Bei der Auswertung von Keimergebnissen aus einem Zeitraum von 25 Jahren muß das Fehlen bestimmter Angaben bei der Beurteilung und beim Vergleich der Ergebnisse besonders beachtet werden. Es ist nichts bekannt über die Art der Ernteverfahren, Aufbereitung und Lagerung der einzelnen Samenpartien. Die sicherlich nicht geringen Einflußmöglichkeiten auf die Saatgutqualität, insbesondere durch die Technik der Aufbereitung und Lagerung müssen daher als Unbekannte hingenommen werden. Hinzu kommt, daß sich die Ernteverfahren, die Aufbereitungsmethoden und die Möglichkeiten der Lagerung im Lauf der Zeit erheblich verändert, das heißt verbessert haben, wobei ohne Zweifel die Saatgutqualität allgemein erhöht wurde. Außerdem fehlen durchweg Angaben über den Wassergehalt und über das Tausendkorngewicht der Proben, die für exakte Vergleiche unbedingt erforderlich wären. Das Tausendkorngewicht ist besonders für die Beurteilung der Keimergebnisse von jeweils einem Gramm Saatgut von Bedeutung, denn selbst bei der Umrechnung der Reinheit auf 100 % verbleibt eine Schwankungsbreite von mehreren Hundert Samen pro Gramm, weil die Korngewichte stark differieren. Nach ROHMEDER (1959) betragen die Mittelwerte der Tausendkorngewichte für Roterle 1,2 Gramm und für

Weißerle 0,68 Gramm. Bei eigenen Untersuchungen wurde für Roterle eine Schwankungsbreite von 0,95 bis 1,42 Gramm gefunden, das entspricht einer Differenz von über 300 Samen pro Gramm.

3.4 Ergebnisse

3.4.1 Roterle

Die Keimuntersuchungen wurden zunächst erntejahrweise getrennt ausgewertet, die entsprechenden Ergebnisse sind in Tab. V (Anhang) zusammengestellt. Von den insgesamt rd. 1100 Roterlenuntersuchungen wurden 846 in die Auswertung einbezogen, die sich auf den Zeitraum 1947 bis 1971 verteilen. Im Durchschnitt sind rd. 34 Roterlenproben pro Jahr untersucht worden; im Minimum waren es 17 im Jahre 1952, das Maximum liegt bei 79 im Jahre 1960.

Da es sich ausschließlich um Proben handelt, die nur bis zu einem Jahr gelagert wurden, ist die durchschnittliche Lagerungsdauer mit 20,3 Wochen recht kurz. Das entspricht einer Zeitspanne vom 1. Oktober als definiertem Lagerungsbeginn bis Mitte Februar. Bei einer Prüfdauer von 3 Wochen ist die Keimprüfung im allgemeinen vor der Aussaat abgeschlossen.

3.4.1.1 Die Reinheit.

Die Reinheit des Roterlensaatgutes ist - wie bereits erwähnt - vergleichsweise niedrig. Im Gesamtdurchschnitt liegt sie bei 69,26 %. Dieser Wert streut innerhalb der 25 Untersuchungsjahre zwischen 12 und 40 %, im Mittel mit rd. 22 %. Daraus geht hervor, daß die verschiedenen Aufbereitungs- bzw. Reinigungsverfahren recht unterschiedliche Qualität hinsichtlich der Reinheit des Saatgutes bewirken. Zwischen den Erntejahren beträgt die Streuung der Reinheit dagegen nur rd. 8 %, so daß daraus auf eine gewisse Kontinuität der einzelnen Verfahren geschlossen werden kann.

Die höchsten Jahresdurchschnittswerte der Reinheit betragen rd. 81 bzw. 80 % (1961 bzw. 1966), die niedrigsten Werte mit rd. 58 bzw. 61 % wurden für die Jahre 1949 bzw. 1952 gefunden. Für die letzten 10 Jahre des Auswertungszeitraumes (1962 - 1971) beträgt die durchschnittliche Reinheit 70,44 %.

Übersicht 12

Ergebnisse der Kovarianzanalyse

	FG	Verfahren 1 (Wechseltemperatur)		
		7.	14.	21. Tag
F-Wert für die Differenzen zwischen 21 Erntejahren	20,685	15,8**	16,4**	16,5**
T-Wert für den Einfluß von				
a) Lagerzeit	705	-2,1*	-2,0*	-2,0*
b) Reinheit	705	5,1**	7,2**	7,3**
Verfahren 2 (25°C konstant)				
F-Wert (wie oben)	20,685	16,9**	16,9**	17,0**
T-Wert (wie oben)				
a) Lagerzeit	705	-0,2**	-0,6**	-0,7**
b) Reinheit	705	6,1**	6,3**	6,3**
Verfahren 2 (30°C konstant)				
F-Wert (wie oben)	13,396	11,9**	11,6**	11,4**
T-Wert (wie oben)				
a) Lagerzeit	408	-0,5**	-0,7**	-0,7**
b) Reinheit	408	4,0**	4,2**	4,4**

Bei einer Kovarianzanalyse, die Differenzen im Keimergebnis zwischen den 25 Jahren prüfen sollte, wurden gesicherte Einflüsse der Variablen Lagerzeit und Reinheit auf die Keimergebnisse errechnet. Dabei zeigte die Reinheit stets positive Wirkung an allen Abnahmetagen und bei allen Verfahren, die Lagerzeit hingegen stets negativen Einfluß, gesichert nur bei Verfahren 1 (Wechseltemperatur); wie aus Übersicht 12

zu ersehen ist, nimmt die Beeinflussung der Keimergebnisse durch die Reinheit mit zunehmender Temperatur.

Die aus der Analyse errechneten Keimergebnisse, frei von Veränderungen durch Reinheit (bzw. Lagerzeit) liegen $\pm 2\%$ über oder unter den tatsächlich gefundenen. Aus Gründen, die später zu diskutieren sind, sollen im weiteren trotzdem die tatsächlich gefundenen, unkorrigierten Werte dargestellt werden.

3.4.1.2 Unterschiede der Keimverfahren

Die Keimfähigkeit der Roterle schwankt in relativ weitem Rahmen und weist sehr große Streuungen auf. Die Ergebnisse der verschiedenen Verfahren weichen deutlich voneinander ab, wie aus der folgenden Übersicht 13 hervorgeht.

Übersicht 13

Keimergebnisse (%) der verschiedenen Verfahren

Abnahmetag:	1. "Rodewald" 25° Wechseltemperatur			2. Keimschrank 25° (bzw. 30°) konst. Temperatur		
	7.	14.	21.	7.	14.	21.
Mittel der Jahre 1949-1962 (Prüfung auch bei 30°C)	37,27	44,24	44,76	38,11 (39,79)	39,99 (41,71)	40,25 (42,08)
Mittel der letzten 10 Jahre des Auswertungszeitraumes (1962-1971)	50,77	57,61	58,15	52,54	54,54	54,87
Mittel aller Untersuchungen 1947-1971	42,74	49,23	49,75	43,64	45,59	45,94

Die Ergebnisse der ersten Abnahme am 7. Tag werden in der Routine-Untersuchung als Ausdruck der sog. Keimschnelligkeit gewertet (EGGEBRECHT, 1949). Hier zeigt das Verfahren mit konstanter Temperatur gegenüber dem mit Wechseltemperaturen höhere Werte, wobei im Zeitraum 1949 - 1962 die Ergebnisse bei 30°C konstant noch etwas günstiger sind als bei 25°C konstant. Für den Gesamtdurchschnitt aller Untersuchungen beträgt die Differenz in der Keimschnelligkeit zwischen Wechsel- und Konstant-Temperatur allerdings nur knapp 1 %; bei 25°C Wechseltemperatur werden rd. 43 % erreicht, bei 25°C konstanter Temperatur rd. 44 % am 7. Tag. In den 14 Jahren (1949 - 1962), in denen Früchte auch bei 30°C konstant untersucht wurden, ist das Verhältnis von Wechseltemperatur zu konstanter Temperatur von 25°C bzw. 30°C am 7. Tag rd. 37 % zu rd. 38 % bzw. rd. 40 % (Abb. 25).

Am 7. Tag sind beim 1. Verfahren 83 bis 87 % des Endkeimergebnisses erreicht, beim 2. Verfahren hingegen bereits 95 bis 96 %. Bis zum 14. Tag haben bei beiden Verfahren generell rd. 99 % der keimfähigen Früchte gekeimt. Das heißt, die Zunahme der Keimfähigkeit zwischen dem 7. und dem 14. Tag ist beim Verfahren mit Wechseltemperatur noch etwas stärker als bei der - anfangs höhere Ergebnisse liefernden - konstanten Temperatur. Vom 14. Tag an bringt sodann die Wechseltemperatur die höchsten Ergebnisse. Am 21. Tag, dem Abschluß der Untersuchung, beträgt das beste Endergebnis im Gesamtdurchschnitt 49,8 % (1. Verfahren mit Wechseltemperatur).

Auffallend ist die Erhöhung der Keimfähigkeit, wenn man nur den Durchschnitt der letzten 10 Jahre (1962 - 1971) betrachtet (Übers. 13). Dieser Zeitraum kann als ausreichend angesehen werden für die Ermittlung von Normwerten und soll daher besonders berücksichtigt werden. Beim 1. Verfahren beträgt am 7. Tag der Wert für die Keimschnelligkeit bereits über

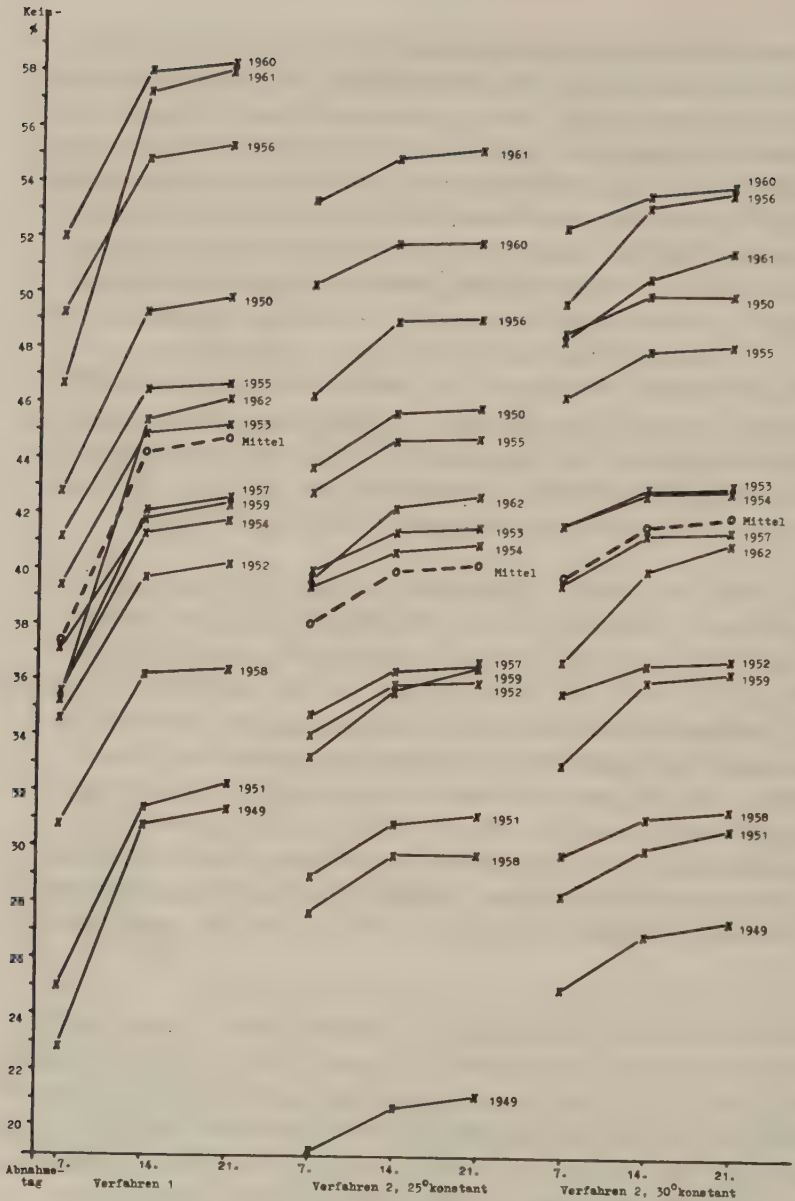


Abb. 25 Keimergebnisse der Roterle (K), getrennt nach Verfahren und Erntejahren
(1949 - 1962)

50 %, genau 50,8 %. Bis zum 21. Tag erhöht sich das Ergebnis auf 58,2 %. Beim 2. Verfahren lauten die entsprechenden Werte 52,5 % bzw. 54,9 %. Die Keimfähigkeit der Roterle reicht also in diesem 10jährigen Auswertungszeitraum weit über das 50 %-Niveau hinaus, bei Wechseltemperatur nahe an 60 % heran.

Bei dem dritten Keimverfahren (1Gramm ungereinigtes Saatgut bei konstanter Temperatur von 25°C bzw. zeitweise zusätzlich 30°C), das nachfolgend erörtert werden soll, ist zu berücksichtigen, daß die Ergebnisse zwecks besserer Vergleichbarkeit auf 100 % Reinheit umgerechnet wurden. Da die durchschnittliche Reinheit nur rd. 69 % betrug, sind die hier angegebenen Werte um rd. 31 % höher als die tatsächlich gefundenen (Übers. 14).

Übersicht 14

Keimergebnisse (Stück) des Verfahrens 3 (Keimschrank) von
1 Gramm Saatgut (Reinheit = 100 %)

	Abnahme	7.	14.	21.Tag	konst.Temp.
Mittel der Jahre 1949-1962 (Prüfung auch bei 30°C konstant)		299,1 319,1	318,5 338,8	321,4 342,4	25°C 30°C
Mittel der letzten 10 Jahre des Auswertungszeitraumes (1962-1971)		414,6	436,0	439,1	25°C
Mittel aller Untersuchungen 1947-1971		345,7	367,9	371,3	25°C

Im Gesamtmittel aller Untersuchungen bei 25°C konstant steigt die Anzahl der Keimlinge pro Gramm von 345,7 Stück am 7. Tag auf 371,3 Stück am 21. Tag. Die am 7. bzw. am 14. Tag erreichten Anteile des Endkeimergebnisses entsprechen mit 93 bzw. 99 % genau denen des 2. Verfahrens. Dies gilt auch für

die Keimung bei 30° konstant in den Jahren 1949 - 1962 und für die Mittelwerte der letzten 10 Jahre. Auch bei diesen Gramm-Ergebnissen liegen die Werte bei 30°C konstant etwas höher als bei 25°C konstant; diese Erhöhung bleibt unter 10 % (Übers. 14). Das Mittel der letzten 10 Jahre ergibt auch hier deutlich bessere Werte als der Durchschnitt des gesamten Untersuchungszeitraumes; bis zum 7. Tag keimen rd. 415 Stück, das Endkeimergebnis beträgt rd. 439 Stück. Die Differenz zwischen dem Wert des Gesamtdurchschnitts und dem zehnjährigen Zeitraum erreicht am 7. Tag etwa 20 % und am 21. Tag noch rd. 18 %. Bei dieser Prüfung einer bestimmten Saatgutmenge mit allen Unreinheiten kann sowohl die Verbesserung der Reinigungs- als auch der Aufbereitungstechnik die Keimwerte günstig beeinflußt haben.

Unter Berücksichtigung der auf 100 % umgerechneten Reinheit und des Tausendkorngewichts, das von ROHMEDE (1959) mit durchschnittlich 1,2 g angegeben wird, können die Ergebnisse von 1 Gramm ungereinigtem Saatgut und die prozentualen Keimfähigkeitswerte direkt miteinander verglichen werden. Für die zwei Verfahren mit 25°C konstant zeigt dieser Vergleich, daß bei der Untersuchung von 1 Gramm ungereinigtem Saatgut das Keimniveau annähernd gleich ist wie die folgende Gegenüberstellung zeigt:

	Abnahmetag	7.	14.	21.
Keimfähigkeit 2. Verfahren 25°C		43,6 %	45,6 %	45,9 %
Keimfähigkeit 3. Verfahren 25°C		41,5 %	44,2 %	44,6 %
(aus 1 g Saatgut umgerechnet)				

In der Größenordnung stimmen also die Ergebnisse im langjährigen Durchschnitt gut überein, bei der einzelnen Untersuchung können jedoch erhebliche Abweichungen auftreten.

Die Keimergebnisse der Roterle streuen in weitem Rahmen. Die Keimwerte weisen im Durchschnitt von 25 Jahren bei Berechnung der gewogenen mittleren Streuung je nach Verfahren Variationskoeffizienten zwischen 21 und 25 % auf. Dabei ist die Tendenz erkennbar, daß die Streuung am 7. Tag etwas höher ist (um 2 - 4 %), als am 14. und 21. Tag. Der Vergleich der verschiedenen Verfahren zeigt, daß beim Keimverfahren mit konstanter Temperatur der Variationskoeffizient etwas größer ist als bei dem mit Wechseltemperatur. Aber bei einem Vergleich der beiden konstanten Temperaturen 25°C und 30°C ist festzustellen, daß die letztere eine etwas geringere Streuung aufweist. Es ergeben sich generell Unterschiede von 2, maximal 3 %. Auch hier ist die Tendenz der Streuungsabnahme vom 7. zum 21. Tag erkennbar. Die Ergebnisse der Untersuchung von 1 Gramm Saatgut zeigen bei ähnlichen Streuungsverhältnissen (19 bis 25 %) die gleichen Tendenzen, wie sie bei den prozentualen Keimergebnissen zu erkennen sind.

Trotz dieser relativ großen Streuung im Durchschnitt der Jahre bestehen enge Korrelationen hinsichtlich der Keimergebnisse innerhalb und zwischen den verschiedenen Verfahren. Für das einzelne Verfahren erreicht der Korrelationskoeffizient zwischen dem 7., 14. und 21. Tag generell Werte von $r = 0,99$, mit Ausnahme des 1. Verfahrens (Wechseltemperatur). Zwischen den Verfahren sind die Korrelationen nur geringfügig niedriger, die Werte liegen immer noch zwischen 0,9 - 0,8. In vielen Fällen haben die Verfahren am 21. Tag eine etwas engere Beziehung als am 7. Tag.

3.4.1.3 Unterschiede der Erntejahre

Neben den bisher besprochenen langjährigen Durchschnittswerten, bieten auch die Mittelwerte der einzelnen Untersuchungsjahre interessante Aspekte. Es bestehen sehr große Unter-

schiede in den Keimergebnissen zwischen den einzelnen Erntejahren (Tab. V, Anhang). Die Erntejahre unterscheiden sich in ihren Mittelwerten an allen Abnahmetagen hoch signifikant (Übers. 12, Kovarianzanalyse). Zur signifikanten Trennung sind dabei am 7. Abnahmetag 6-7 %, am 21. Tag 5-6 % ausreichend (Abb. 25 und 26). Diese Differenzen zeigen sich gleichermaßen deutlich bei allen drei Verfahren und ihren verschiedenen Temperaturen. Zwischen dem Jahr mit den niedrigsten Mittelwerten (1949, 36 Proben) und dem Jahr mit den höchsten Mittelwerten (1969, 26 Proben) beträgt der Niveauunterschied am 21. Tag je nach Verfahren rd. 100 % bis rd. 240 %, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Verfahren		1	2	3
Mittelwerte	1949	31,4 %	21,2 %	155 St.
Mittelwerte	1969	62,7 %	60,4 %	530 St.
Differenz		99,7 %	184,9 %	241,9 %
1949 = 100 %				

Diese Unterschiede sind nicht beschränkt auf die früheren Untersuchungsjahre, es treten auch in den letzten 10 Auswertungsjahren noch Differenzen von rd. 36 % auf (Abb. 26), so beispielsweise zwischen den Werten von 1962 und 1971. Dennoch kann festgestellt werden, daß vor 1964 mit dem Verfahren 1 Endkeimergesamtheit von über 60 % nicht erreicht wurden, während sie danach in 6 von 8 Jahren auftreten. Daß diese zeitlichen Unterschiede bei der Analyse von 1 Gramm Saatgut noch wesentlich deutlicher in Erscheinung treten (in den letzten 10 Jahren noch 52 %), ist hier durch den doppelten Effekt von verbesserter Aufbereitung und Reinigung zu erklären (Abb. 26).

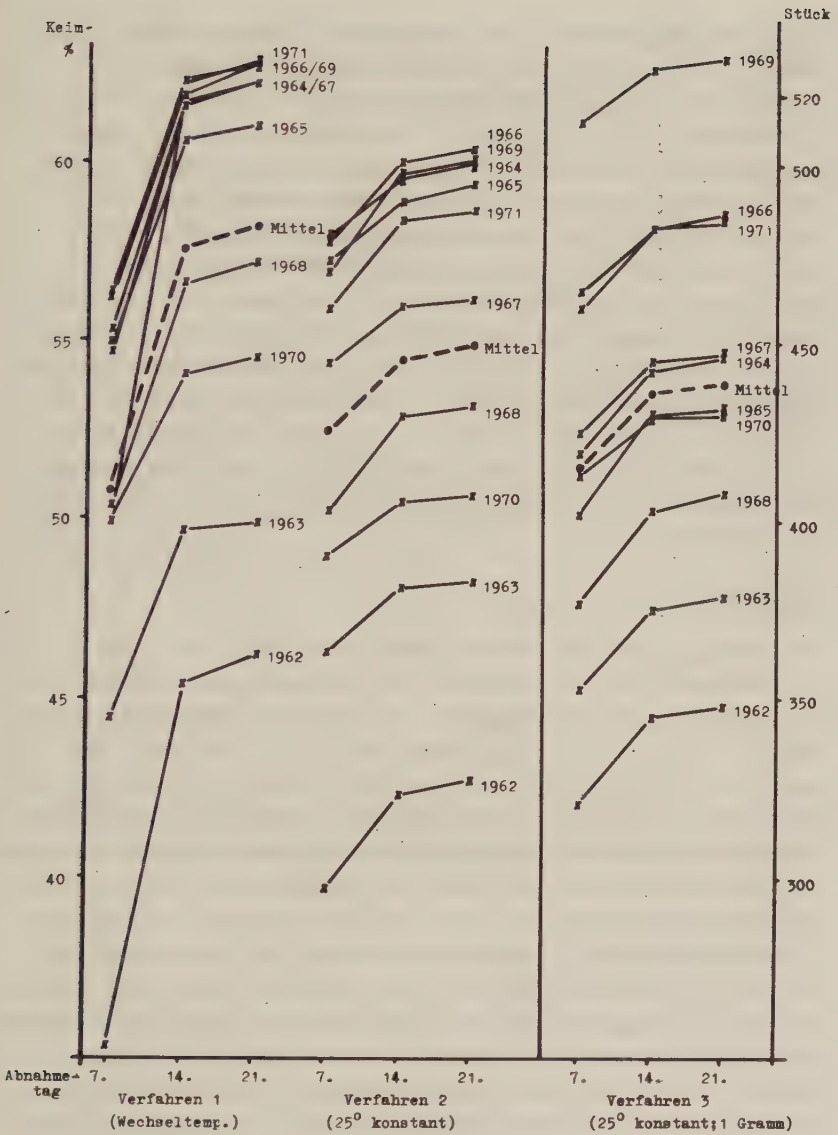


Abb. 26 Keimergebnisse der Roterle (% bzw. Stück) der 3 Verfahren
in den Jahren 1962 - 1971

Die Durchschnittswerte der jährlichen Endkeimergebnisse der Roterle sind mit auffallend großen Streuungen behaftet (Abb. 27). Im Gesamtdurchschnitt liegt der Variationskoeffizient für das 1. und 2. Verfahren innerhalb eines Jahres zwischen 31 und 38 %; im Einzelfall können bis zu 56 % Streuung auftreten, das Minimum beträgt rd. 18 %. Für den Zeitraum mit Vergleichsuntersuchungen 25° und 30°C konstant liegt die Streuungsquote insgesamt etwas höher, doch zeigt sich auch hier - wie schon bei der Gesamtbeurteilung - daß bei 30°C der Variationskoeffizient etwas niedriger ist als bei 25°C. Außerdem muß festgestellt werden, daß die Streuung bei 1 Gramm Saatgut noch um einige Prozent höher liegt (38-44 %) als die der Prozentuntersuchung. Im übrigen besteht auch hier die deutliche Tendenz der Abnahme vom 7. zum 21. Tag, und zwar in der Größenordnung von 2 - 5 %.

3.4.1.4 Herkünfte

Die Prüfung, ob die verschiedenen Herkünfte der Roterle sich anhand ihrer Keimergebnisse unterscheiden lassen, verlief im wesentlichen negativ. Nur bei vier Erntejahrgängen gab es so viele Proben (mindestens je 10) von zwei oder mehr Provenienzen, daß eine Rechnung sinnvoll erschien. In drei dieser Jahrgänge bestehen keine Differenzen zwischen den Keimergebnissen der Herkünfte. Nur für 1960 wurden signifikante Unterschiede zwischen den Ergebnissen von vier Provenienzen gefunden, und zwar für die Verfahren 1 und 2 an allen Abnehmetagen unter Eliminierung des Einflusses der Reinheit (Kovarianzanalyse). Im einzelnen zeigt sich aber auch bei diesem Jahrgang, daß nur die Herkunft Südbayern (seinerzeit II/12 genannt) sich gesichert von den drei übrigen (II/3, II/7, II/11), die homogen waren, unterscheidet. Das auszuwertende Ausgangsmaterial enthielt im ganzen zu wenige Herkunftsangaben als daß die Möglichkeit der Provenienztrennung eingehend untersucht werden könnte. Aus dieser

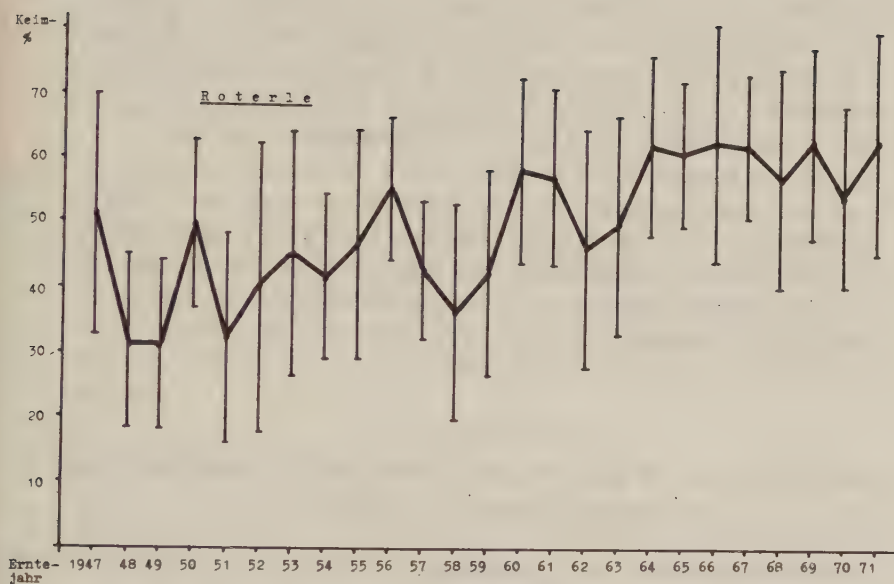


Abb.27 Endkeimergebnisse (%) der Erntejahre und ihre Streuung
(Verfahren 1. Wechseltemperatur)

einzigsten signifikanten Trennung einer Provenienz innerhalb eines Erntejahrgangs können jedoch keine weiteren Schlüsse gezogen werden.

3.4.1.5 Älteres Saatgut

Zusätzlich zu dem einjährigen Saatgut konnten auch noch 196 Proben mit mehrjähriger Lagerung ausgewertet werden. Die durchschnittliche Lagerdauer beträgt für diese Proben 112 Wochen, also etwas mehr als 2 Jahre; die zugehörige Streuung ist mit fast 50 % aber sehr hoch (Übers. 15). Die Keimergebnisse liegen je nach Abnahmetag und Verfahren im Durchschnitt um rd. 12 bis 16 % niedriger als bei dem jüngeren Saatgut; die Differenzen sind am 7. Tag größer als am 21. Tag, d.h. die Lagerung wirkt sich auf die Keimschnelligkeit etwas stärker aus als auf das Endergebnis, eine Feststellung, die auch für andere Samenarten gilt (ROHMEDER, 1970 und 1972).

Übersicht 15

Keimergebnisse (% bzw. Stück) und Streuung (s%) von älteren Saatgutproben der Roterle

Anzahl der Proben 196; Lagerdauer 112,1 Wochen; Reinheit 64,72 %

Abnahmetag		7.	14.	21.
Verfahren 1 (Wechseltemperatur)	Keim%	36,8	45,5	46,6
	s%	56	44	42
Verfahren 2 (25°C konstant)	Keim%	36,9	39,5	40,0
	s%	58	53	52
Verfahren 3 (1 Gramm, 25°C konst.)	Stück	274	301	305
	s%	62	56	55

Eine Korrelation zwischen der Lagerungsdauer der Proben und ihren Keimergebnissen besteht nicht (r kleiner - 0,03). Da für einen Zeitraum von 25 Jahren nur 196 Proben vorhanden sind, die wie die kürzer gelagerten Proben, jährliche Keimniveauunterschiede aufweisen, können aus diesen Ergebnissen keine exakten Folgerungen über die Lagerfähigkeit von Erlenfrüchten gezogen werden. Es sind in dieser Auswertung Proben enthalten, die sieben oder acht Jahre lang gelagert waren und immer noch eine gute Keimfähigkeit aufweisen. Auch im eigenen Versuch (Kapitel 2) wurde bis zu 9 Jahre altes Saatgut verwendet, das gut keimte.

3.4.2 Weißerle

Die Keimverhältnisse der Weißerle sind im Prinzip denen der Roterle ähnlich, aber noch ungleichmäßiger. Bei der Auswertung standen allerdings wesentlich weniger Proben zur Verfügung, nämlich insgesamt nur 304, die alle erforderlichen Bedingungen erfüllten und nicht länger als ein Jahr gelagert waren.

Im langjährigen Durchschnitt wurden 12 Proben jährlich untersucht, das Maximum liegt mit 26 Proben im Jahre 1949, das Minimum mit nur je 3 Proben in den Jahren 1968 und 1969. In den letzten 10 Jahren sind generell nur wenige Weißerlenproben zur Prüfung gelangt, vermutlich weil das forstliche Interesse an dieser Baumart stark nachgelassen hat.

Die Lagerzeit beträgt im Durchschnitt 19,5 Wochen, das entspricht einem Zeitraum von Anfang Oktober bis Mitte Februar.

3.4.2.1 Die Reinheit

Die Reinheit beträgt im Gesamtdurchschnitt des Untersuchungszeitraumes 58,03 %; dieser Wert weist mit rd. 31 % eine erhebliche Streuung auf. Für den Durchschnitt der letzten 10

Auswertungsjahre 1962 - 1971 erreicht die Reinheit 62,7 %, wobei die Streuung gleich bleibt.

Zur Prüfung der Einflüsse von Lagerungsdauer und Reinheit auf die Keimergebnisse wurde ebenfalls eine Kovarianzanalyse gerechnet (Übers. 16); die Lagerungsdauer übt keinerlei Einfluß aus, der Reinheitseinfluß ist wesentlich geringer als bei der Roterle.

Übersicht 16

Ergebnisse der Kovarianzanalyse

	FG	Verfahren 1 (Wechseltemperatur)		
		7.	14.	21. Abnahme- tag
F-Wert für die Differenzen zwischen 15 Erntejahren	14,220	2,6**	2,9**	2,8**
T-Wert für den Einfluß der Reinheit	324	2,7**	3,4**	3,5**
Verfahren 2 (25°C konstant)				
F-Wert (wie oben)	14,220	2,0*	2,2*	2,2*
T-Wert (wie oben)	234	2,9**	3,3**	3,4**
Verfahren 2 (30°C konstant)				
F-Wert (wie oben)	11,172	2,7**	2,6**	2,6**
T-Wert (wie oben)	183	4,3**	4,6**	4,6**

Der Einfluß der Reinheit ist immer noch hoch signifikant, doch liegen die bereinigten Werte für die Keimergebnisse (außer bei 30°C konstant) nur um $\pm 0,1 - 0,6$ % über oder unter den tatsächlich gefundenen, die Veränderung der Mittelwerte durch die unterschiedliche Reinheit ist hier also minimal. Bei 30°C konstant beträgt die Änderung 1 - 2 %. Es werden auch bei Weißerle im weiteren nur die unbereinigten Keimergebnisse dargestellt.

3.4.2.2 Unterschiede der Keimverfahren

Die Keimfähigkeit der Weißerle ist im Ganzen wesentlich niedriger als die der Roterle (Tab. VI, Anhang). Die Ergebnisse der verschiedenen Verfahren - es sind die gleichen wie bei der Roterle - weichen in ähnlicher Weise von einander ab (Übers. 17).

Übersicht 17

Keimergebnisse (%) der verschiedenen Verfahren

Abnahmetag:	1. "Rodewald" 25° Wechseltemperatur			2. Keimschrank 25° (bzw. 30°) konst. Temperatur		
	7.	14.	21.	7.	14.	21.
Mittel der Jahre 1949-1952 (Prüfung auch bei 30°C)	25,12	27,36	27,69	25,44 (27,86)	26,89 (28,64)	27,14 (28,71)
Mittel der letzten 10 Jahre (1962-1971)	34,76	37,29	37,48	33,18	34,21	34,35
Mittel aller Untersuchungen 1947-1971	28,45	30,82	31,10	28,00	29,38	29,60

Die Keimschnelligkeit der Weißerle bis zum 7. Tag ist offenbar noch größer als die der Roterle. Bis zu diesem Zeitpunkt (erster Abnahmetag) werden generell über 90 % des Endkeimergebnisses erreicht; bis zum 14. Tag sind es bereits 99 %, so daß auch hier die Zunahme in der letzten Untersuchungswoche vom 14. bis zum 21. Tag maximal nur 1 % beträgt. Bei einem Vergleich der Verfahren 1 (Wechseltemperatur) und 2 (25°C konstant) zeigt sich das erstere geringfügig überlegen, im Gesamtdurchschnitt werden am 7. Tag 28,5 % erreicht, die sich bis zum 21. Tag auf 31,1 % erhöhen; das 2. Verfahren mit 25°C konstant liegt rd. 0,5 - 1,5 Prozent unter dem vorge-

nannten Endwerten. In dem 14 jährigen Zeitraum von 1949 - 1962, in dem zusätzlich auch bei 30°C konstant geprüft wurde, ist das Keimniveau aller drei Verfahren etwas niedriger als im langjährigen Gesamtdurchschnitt; dabei ergaben sich bei 30°C konstant die besten Werte (Abb. 28), sie liegen am 7. Tag um rd. 2,5 %, am 21. Tag noch um über 1 % über denen des 1. Verfahrens (Wechseltemperatur). Der Durchschnitt der letzten 10 Jahre (1962 - 1971) bringt auch bei der Weißerle die besten Keimergebnisse, die allerdings nur auf insgesamt 64 Proben beruhen (Abb. 29). Beim 1. Verfahren sind diese Keimwerte mit 34,8 % am 7. Tag und 37,5 % am 21. Tag deutlich höher als die im Gesamtdurchschnitt errechneten.

Die Keimergebnisse von 1 Gramm Weißerlen-Saatgut, die durch Umrechnung auf 100 % Reinheit gegenüber den tatsächlichen Werten um rd. 42 % überhöht sind, liegen je nach Verfahren bis zu 70 % höher als bei der Roterle. Ursache hierfür ist das wesentlich geringere Tausendkorngewicht der Weißerle, das von ROHMEDE (1959) mit 0,68 g angegeben wird (Roterle 1,2 g).

Übersicht 18

Keimergebnisse (Stück) des 3. Verfahrens mit 1 Gramm Saatgut
(Reinheit = 100 %)

Abnahme	7.	14.	21.	konst.Temp.
Mittel der Jahre 1949-1962 (Prüfung auch bei 30°C konstant)	389,4 468,2	426,3 487,1	433,6 489,4	25°C 30°C
Mittel der letzten 10 Jahre des Auswertungszeitraumes (1962-1971)	466,9	497,4	501,4	
Mittel aller Untersuchungen 1947-1971	415,4	454,8	461,6	

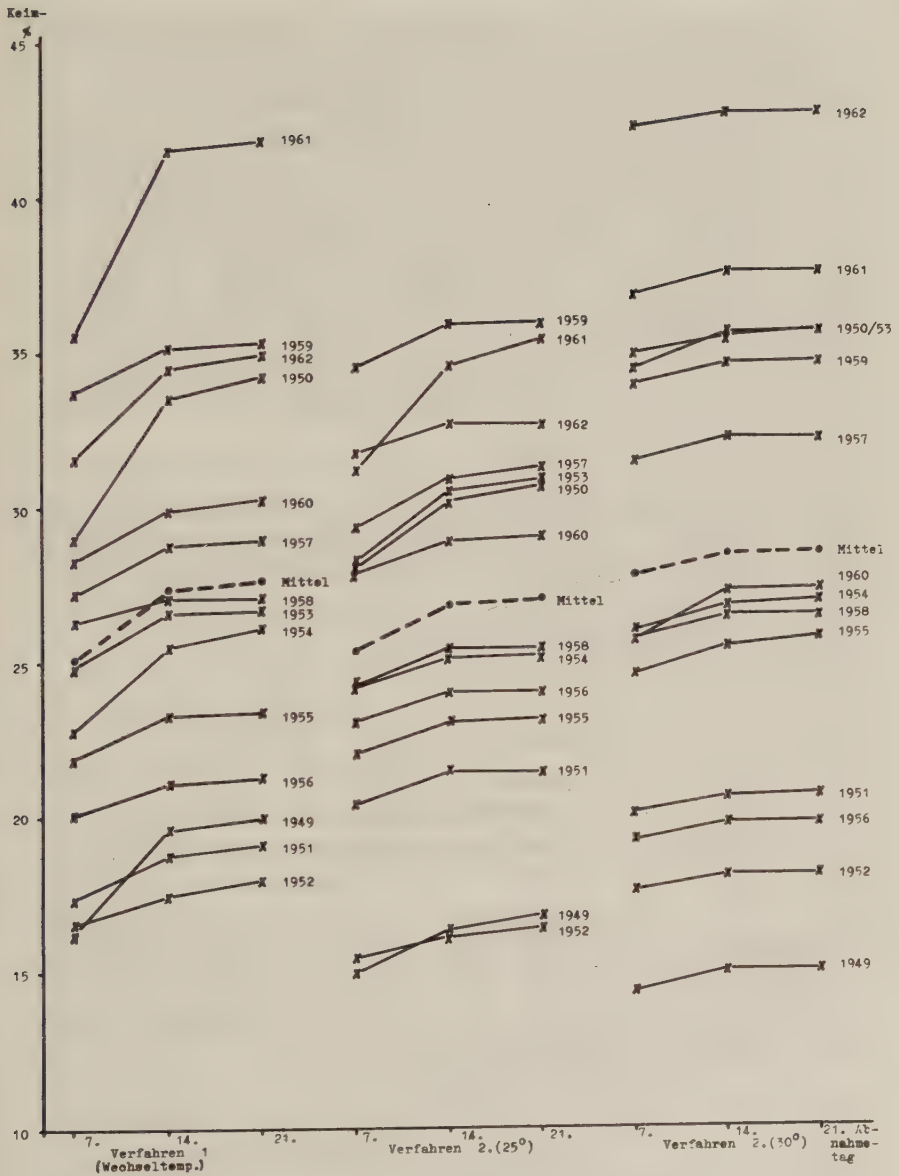


Abb. 28 Keimergebnisse der Weiserie (%) getrennt nach Verfahren und Erntejahren (1949 - 1962)

Die Keimergebnisse von 1 Gramm Saatgut im Rahmen des 3. Verfahrens liegen zwischen knapp 400 bis rd. 500 Stück (Übers. 18). Im langjährigen Gesamtdurchschnitt steigert sich das Keimergebnis von rd. 415 Keimlingen am 7. Tag auf rd. 462 Keimlinge am 21. Tag. Bei den Untersuchungen im Zeitraum (1949 - 1962) ergeben sich für 30°C konstant erheblich günstigere Werte als für 25°C konstant. Die Weißerle reagiert auf die höhere Temperatur stärker, die Differenzen der Ergebnisse bei 25°C bzw. 30°C betragen rd. 17 - 12 % (bei Roterle nur 6 - 4 %). Das Mittel der letzten 10 Jahre (1962-1971) liegt durchweg über dem langjährigen Gesamtdurchschnitt. Bis zum letzten Abnametermin (21. Tag) werden 501 Keimlinge erreicht.

Wegen der hundertprozentigen Reinheit, die zugrunde gelegt wurde, verringern sich diese umgerechneten Werte um rd. 42 %, das heißt die tatsächlichen Ergebnisse der Keimprüfung bewegen sich in der Größenordnung von etwa 250 Keimlingen pro ein Gramm ungereinigtes Saatgut.

Prüft man bei der Weißerle die Übereinstimmung der Keimergebnisse der verschiedenen Verfahren, zeigt sich - wie bei Roterle - daß im Gesamtdurchschnitt der beiden Verfahren mit gleicher Temperatur (25°C konstant) das Keimniveau nahezu gleich ist, wie die folgende Zusammenstellung erkennen läßt:

	Abnahmetag	7.	14.	21.
Keimfähigkeit 2. Verfahren 25°C		28,0 %	29,4 %	29,6 %
Keimfähigkeit 3. Verfahren 25°C		28,3 %	30,9 %	31,4 %
(aus 1 Gramm Saatgut umgerechnet)				

Kennzeichnend für die Keimungsverhältnisse der Weißerle ist eine gegenüber Roterle noch wesentlich größere Varianz. Für die Durchschnittsergebnisse des Auswertungszeitraumes liegt der Variationskoeffizient bei 30 - 25 %, mit abnehmender Tendenz vom 7. zum 21. Tag. Der Temperaturvergleich 25°C zu 30°C konstant zeigt beim Prozentergebnis die etwas höhere Variation (2 - 4 %) bei der höheren Temperatur. Die Variationskoeffizienten der Werte von 1 Gramm Saatgut liegt zwischen 25 und 22 % und zeigt für den Ablauf der Keimuntersuchung dieselben Verhältnisse wie bei den prozentualen Keimergebnissen vorliegen, beim Temperaturvergleich sind sie für 30°C geringfügig kleiner.

Die Korrelationen innerhalb und zwischen den Verfahren sind auch bei der Weißerle relativ eng. Innerhalb eines Verfahrens liegt der Korrelationskoeffizient zwischen 0,95 und 0,99. Zwischen den Verfahren sind die Korrelationen - im Gegensatz zur Roterle - am 7. Tag fast immer etwas enger als am 14. und 21. Tag. Die Werte für r betragen zwischen 0,78 und 0,89. Das kann mit der etwas höheren Keimschnelligkeit der Weißerle zusammenhängen.

3.4.2.3 Unterschiede der Erntejahre

Betrachtet man die Werte der einzelnen Erntejahre (Tab. VI, Anhang), so finden sich auch hier sehr große Unterschiede im Keimniveau der verschiedenen Jahre. In den Jahren mit den schlechtesten Keimergebnissen (1949, 1951, 1952) liegen die Werte zwischen nur rd. 17 und 22 %. In den Erntejahren mit hohem Keimniveau (1963, 1967, 1969) erreichen die entsprechenden Werte ca 43 bzw. 45 %. Es treten also auch bei der Weißerle je nach Erntejahr Unterschiede im Keimniveau von mehr als 100 % auf. In den Endkeimergebnissen von 1 Gramm Saatgut drücken sich diese Niveauunterschiede in Differenzen von mehreren hundert Keimlingen aus. Die geringste Anzahl von Keimlingen (1949) beträgt 272 Stück, die höchste 668 Stück im Jahre 1969, das sind annähernd 250 %. Während

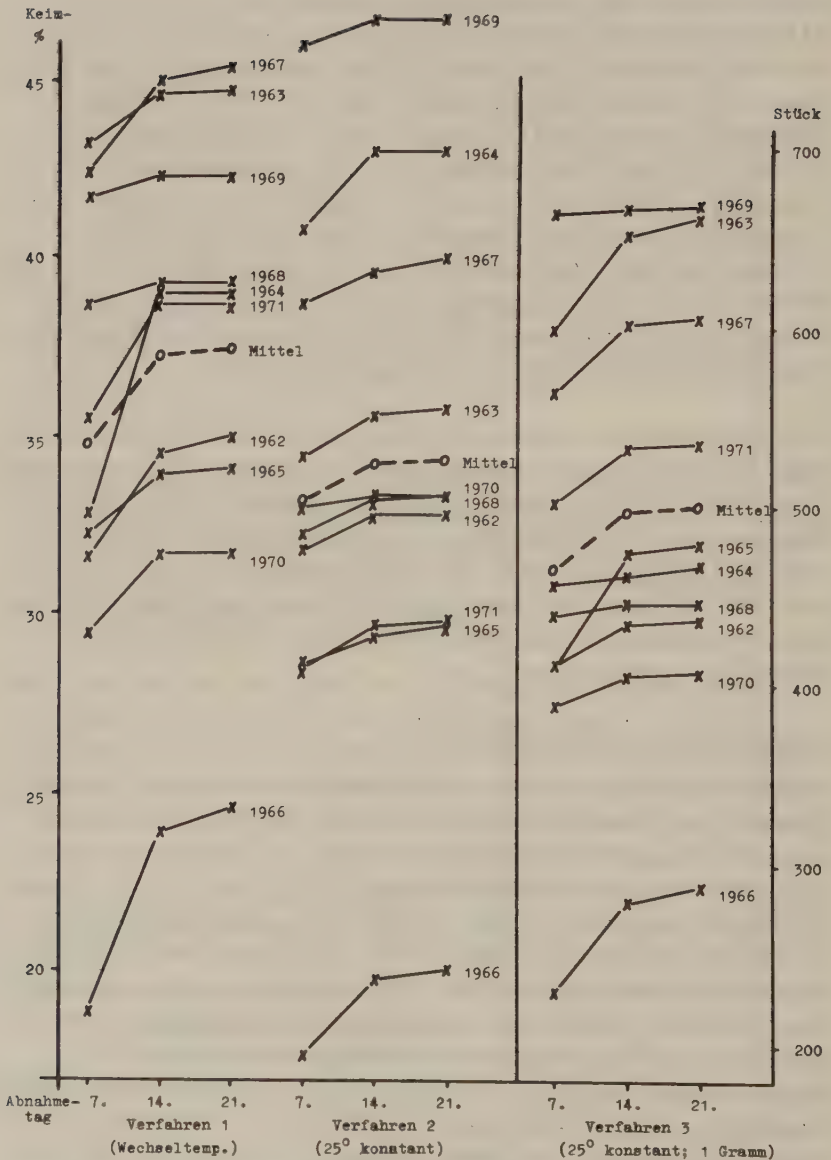


Abb. 29 Keimergebnisse der Weißerle (% bzw. Stück) der 3 Verfahren
in den Jahren 1962 - 1971

des Zeitraumes 1962 - 1971 treten bei der Weißerle die Niveauunterschiede unvermindert deutlich auf (Abb. 29), mit bedingt durch die geringe Anzahl der Proben in diesem Zeitraum.

In Übersicht 16 (5,86) sind die F-Werte aus der Kovarianzanalyse für die Differenzen der Keimergebnisse von 15 Erntejahren (Jahre mit mindestens 10 Untersuchungsproben) zusammengestellt. Für das Verfahren 2 (25°C konstant) sind sie nur schwach gesichert, während sie für Wechseltemperatur und 30°C konstant hochsignifikant sind. Ursache für die geringere Signifikanz gegenüber der Roterle ist in der sehr größeren Streuung zu suchen.

Ist bei der Weißerle die Streuung zwischen den einzelnen Erntejahren schon sehr erheblich, so sind die Varianzen innerhalb der Erntejahre noch wesentlich größer (Abb. 30). Der Variationskoeffizient ist mit 52 bzw. 50 % beim 2. Verfahren (25°C konstant) am größten. Das Maximum der Streuung reicht an 70 %, das Minimum liegt bei 17 %. Bei den Verfahren 1 und 1-Gramm-Saatgut ist s% um 4 - 6 % niedriger. Mit zunehmender Keimdauer und Temperaturerhöhung wird auch hier die Tendenz einer geringen Abnahme der Streuung erkennbar.

Eine Auswertung der länger als 1 Jahr gelagerten Proben wurde in diesem Falle nicht durchgeführt, weil die Probenzahl zu gering war.

3.5 Diskussion

3.5.1 Keimverfahren und Keimungsdauer

Ein Vergleich der Verfahren, die im Münchner Institut für die Keimuntersuchung von Erle angewendet werden, zeigt, daß die Ergebnisse im Durchschnitt gut übereinstimmen, sowohl bei der prozentualen Keimfähigkeit als auch bei den Werten aus einem Gramm ungereinigten Saatgut. Im einzelnen lassen die geringen, aber typischen Abweichungen folgende Rückschlüsse zu: Wechseltemperatur bewirkt gegenüber kon-

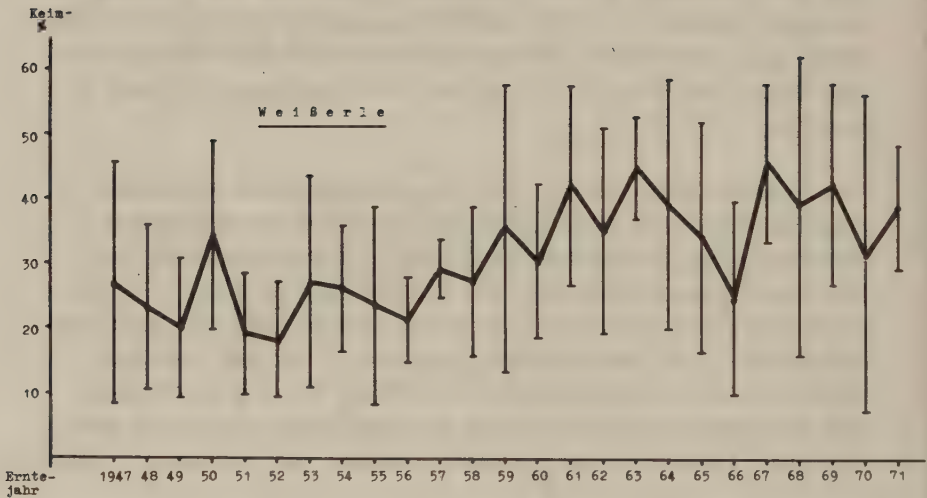


Abb. 30 Endkeimergebnisse (%) der Erntejahre und ihre Streuung
(Verfahren 1. Wechseltemperatur)

stanter Temperatur eine etwas höhere Keimfähigkeit am 21. Tag, bei Abschluß der Untersuchung. Die Keimschnelligkeit (Keimergebnis am 7. Tag) wird dagegen durch konstante Temperatur verbessert, dabei ist die höhere Wärme von 30°C noch wirkungsvoller als 25°C. Diese Aussage gilt für beide Erlenarten gleichermaßen. Die unterschiedlichen Temperaturverhältnisse bewirken eine spezifische Reaktion der Erlenfrüchte. Der Vergleich während der Untersuchung gibt daher zusätzlichen Aufschluß über die Qualität des Saatgutes, z.B. über die Keimlabilität. Die Paralleluntersuchung mit Konstant- und Wechsel-Temperatur scheint also durchaus wünschenswert, doch ist nach der vorliegenden Auswertung bei konstanter Temperatur eine Erhöhung von 25°C auf 30°C anzustreben, nicht zuletzt auch weil dann mit geringeren Streuungen als bei 25°C zu rechnen ist.

Allen Untersuchungsmethoden gemeinsam ist das Erreichen von 99 % der Endkeimergebnisse bereits nach 14 Tagen Keimdauer. Für die Praxis ist das Keimergebnis vom 7. Tag das bedeutungsvollste, denn mit diesem Prozentsatz läßt sich am ehesten eine Relation zum späteren Freilandaufgang der Aussaat herstellen. Samen die im Labor erst nach dem 7. oder gar erst nach dem 14. Tag keimen, laufen erfahrungsgemäß im Freiland in der Regel nicht mehr auf. Es ist daher für die Routine-Keimuntersuchung zu empfehlen, die Keimprüfung der Erle bereits am 14. Tag zu beenden, weil der praktische Wert der Zunahme des Endergebnisses um 1 % den Aufwand einer sieben Tage längeren Prüfdauer mit erneuter Umbettung normalerweise nicht rechtfertigt. In den "Internationalen Vorschriften für die Prüfung von Saatgut 1966" wird für die Gattung *Alnus* eine Keimdauer von 28 Tagen verlangt, und es bestehen verschiedentlich erhebliche Widerstände gegen die gemäßigte Verkürzung derselben auf 21 Tage. Nach den Erfahrungen der Saatgutprüfstelle in München sollte aber eine längere Keimzeit als 14 Tage nur in Ausnahmefällen noch angewendet werden.

3.5.2 Erntejahre und Keimniveau

Ogleich die Kovarianzanalyse eine gesicherte Beeinflussung der prozentualen Keimergebnisse durch die Reinheit aufzeigte, sind in der Auswertung die tatsächlich gefundenen Werte dargestellt, und zwar aus folgendem Grund: Die Routine-Untersuchung dient der Feststellung der Qualität einer gegebenen Saatgutpartie, es ist keine Versuchsanstellung im eigentlichen Sinne. Die Auswertung der Untersuchungen aus dem 25jährigen Zeitraum sollte aufzeigen welche Verfahren geeignet sind, und ferner wie die Saatgutqualität im Hinblick auf die Praxis zu beurteilen ist. Der Einfluß der Reinheit ist ein interessanter Faktor, aber in der amtlichen Keimprüfung kann nur von der tatsächlichen Qualität ausgegangen werden, nicht von Werten, die in der Kovarianzanalyse berichtigt, d.h. vom Einfluß der Reinheit befreit sind.

Daß sich bei den prozentualen Keimergebnissen ein signifikanter Einfluß der Reinheit zeigt (bis zu 2 % macht die Veränderung aus), ist insofern zunächst überraschend als die Untersuchung ja mit 3 x 100 reinen Samen durchgeführt wird. Die Ursache für diesen Einfluß beruht möglicherweise auf dem höheren und stärker schwankenden Wassergehalt der Verunreinigungen sowie auf Wirkungen keimhemmender Stoffe, die in diesem Material enthalten sein können.

Die Unterschiede im Keimniveau der verschiedenen Erntejahre treten bei den berichtigten Mittelwerten fast ebenso deutlich in Erscheinung wie bei den tatsächlichen. Die Ursachen für diese starken Schwankungen der Keimfähigkeit zwischen verschiedenen Erntejahren können nur vermutet werden, da für Erle keine Untersuchungen dieser Zusammenhänge vorliegen. Es ist bekannt, daß klimatische Faktoren die Samenentwicklung mitbestimmen, wobei Wind, Frost, Trockenheit während der Blütezeit direkt einwirken und bereits die Samenbildung (z.B. Hohlkornentwicklung wegen mangelnder Bestäubung) be-

einflussen. In klimatisch günstigen Jahren sind also bereits vom Fruchtansatz her bessere Verhältnisse zu erwarten. Von Baumarten mit ausgeprägten Schwankungen der Fruktifikation ist bekannt, daß in Jahren mit schwachem Fruchtansatz dieser auch von minderer Qualität ist - meistens keimlabil, mit starkem Hohlkornanteil und Insektenbefall - als in Jahren mit reichlichem Ansatz. Wenn auch die Blühwilligkeit der Erle in den einzelnen Jahren nicht so stark differiert, wie beispielsweise die der Eiche oder Buche, ist die Fruchtentwicklung doch immer besonders gefährdet wegen der allgemein sehr frühen Blütezeit (Februar-April).

Etwa seit den letzten 10 Jahren werden, besonders bei Rot-erle, die Differenzen im Keimniveau geringer. Neben der verbesserten Technik von Ernte, Aufbereitung und Reinigung schlägt sich hier offenbar auch der Einfluß des höherwertigen Plantagensaatguts nieder, das seit dieser Zeit mit zunehmendem Anteil zur Verfügung steht. Dennoch wird auch in Zukunft jahrweise mit recht unterschiedlichem Keimniveau zu rechnen sein.

3.5.3 Untersuchung von einem Gramm ungereinigtem Saatgut

Die Feststellung des "gewichtsbezogenen Gebrauchswertes" durch Untersuchung von einem Gramm ungereinigtem Saatgut ist für den Einsender einer Probe insofern von großer praktischer Bedeutung, als er mit diesem Wert direkt auf die Saatqualität seiner Partie schließen kann. Vergleiche mit anderen Proben sind allerdings ohne Umrechnung nicht möglich.

ROHMEDER, der diese Untersuchungsart für Erle und Birke vorgeschlagen hatte (1939 und 1950), um damit die Reinheitsanalyse zu umgehen, war vielfach auf Widerstand gestoßen (LAKON, 1950). Der Vorschlag wurde in die deutschen Prüfungsbestimmungen für Saatgut als ausschließliche Methode für Erle und Birke aufgenommen (EGGEBRECHT, 1949). In den Internationalen

Vorschriften (1966) wird diese Untersuchung zusätzlich neben der üblichen Bestimmung von Reinheit und Keimfähigkeit gefordert.

Der einzige Nachteil des gewichtsbezogenen Gebrauchswerts besteht darin, daß Saatgut mit hohem Tausendkorngewicht, das als höherwertig zu beurteilen ist, schlechter abschneidet als Saatgut mit niedrigem Tausendkorngewicht.

Rechnet man die Ergebnisse der Auswertung mit 100 % Reinheit zurück auf die Höhe, die der tatsächlichen Reinheit entspricht, gelangt man zu etwa 260 Keimlingen bei Roterle bzw. 270 Keimlingen bei Weißerle in einem Gramm ungereinigtem Saatgut. Für die 10 Jahre von 1962 bis 1971 nehmen diese Werte zu auf etwa 310 bzw. 315 Stück. Daß bei der Untersuchung von einem Gramm ungereinigtem Saatgut für Rot- und Weißerle annähernd gleiche Keimlingszahlen angenommen werden können, ist auf Unterschiede im Tausendkorngewicht und in der Durchschnittsreinheit der beiden Arten zurückzuführen.

3.5.4 Normwerte

ROHMEDER (1959) hat für die wichtigsten forstlichen Baumarten Normwerte zur Beurteilung von Handelssaatgut veröffentlicht, denen als Maßstab die langjährigen Qualitätserfahrungen der amtlichen Keimprüfung zugrunde liegen. Für Forstsaatgut gibt es in Deutschland kein Gesetz, das bestimmte Qualitätsnormen fordert, wie sie für landwirtschaftliches Saatgut bei der Anerkennung verlangt werden.

Eine Gegenüberstellung der Zahlen von 1959 mit denen aus dem gesamten Auswertungszeitraum bzw. aus den letzten 10 Jahren läßt klar die Qualitätszunahme des Saatgutes während der letzten 10 - 15 Jahre erkennen, die eine Erhöhung der Normen rechtfertigt.

<u>R o t e r l e</u>	Reinheit (%)	Keimfähigkeit (%)	Keimlinge/1g (Stück)
ROHMEDER (1959)	60	40	120 *
1947 - 1971	69	50	260
1962 - 1971 (355 Proben)	70	58	310

W e i ß e r l e

ROHMEDER (1959)	40	30	200 *
1947 - 1971	58	31	270
1962 - 1971 (64 Proben)	63	37	315

* ROHMEDER (1939)

Die Anzahl der Proben in den letzten 10 Jahren kann bei Rot-
erle als ausreichende Grundlage angesehen werden für eine
neue Normfestsetzung. Bei Weißerle sind in diesem Zeitraum
zu wenig Proben untersucht worden, weshalb hier der gesamte
Auswertungszeitraum herangezogen werden muß. Die Erhöhung auf
folgende Werte scheint vertretbar:

<u>R o t e r l e</u>	Reinheit (%)	Keimfähigkeit (%)	Keimlinge/1g (Stück)
	70	55	300
<u>W e i ß e r l e</u>	60	30	270

Nach Auswertung langjähriger Keimuntersuchungen von Rot- und
Weißerle können folgende Veränderungen der Keimprüfung vor-
geschlagen werden: Die Untersuchungsdauer ist um eine Woche
auf 14 Tage zu verkürzen; das Verfahren mit konstanter Tempe-
ratur sollte künftig von 25°C auf 30°C umgestellt werden; die
Normwerte für Handelssaatgut sind entsprechend der festge-
stellten Qualitätsverbesserung beträchtlich zu erhöhen.

3.6 Zusammenfassung

Die Keimergebnisse von rd. 1 100 Roterlen- und 320 Weißerlenproben aus der amtlichen Samenprüfung werden für den Zeitraum 1947 bis 1971 ausgewertet. Die drei angewendeten Untersuchungsverfahren (20/25°C Wechseltemperatur; 25°C bzw. zeitweise auch 30°C Konstant-Temperatur) stimmen innerhalb der beiden Baumarten gut überein, wobei jeweils geringe Abweichungen typisch sind (Wechseltemperatur bewirkt höhere Endwerte, Konstant-Temperatur größere Keimschnelligkeit am 7. Tag bei Roterle). Für den gesamten Zeitraum bzw. für die letzten 10 Jahre von 1962 bis 1971 liegen folgende Durchschnittsergebnisse vor:

	Roterle		Weißerle	
	1947-1971	1962-1971	1947-1971	1962-1971
Reinheit	69,26	70,44	58,03	62,71
Verfahren 1 (Wechseltemperatur)				
Keimfähigkeit (%)				
nach 7 Tagen	42,7	50,8	28,5	34,8
" 14 "	49,2	57,6	30,8	37,3
" 21 "	49,8	58,2	31,1	37,5
Verfahren 2 (25°C konstant)				
Keimfähigkeit (%)				
nach 7 Tagen	43,6	52,5	28,0	33,2
" 14 "	45,6	54,5	29,4	34,2
" 21 "	45,9	54,9	29,6	34,4
Verfahren 3 (1 g Saatgut, umgerechnet auf 100 % Reinheit, 25°C konstant)				
Keimlinge (Stück)				
nach 7 Tagen	346	415	415	467
" 14 "	368	436	455	497
" 21 "	371	439	462	501

Die Ergebnisse bei 30°C konstant sind etwas besser als die bei 25°C konstant. Die Reinheit hat bei beiden Baumarten einen signifikanten Einfluß auf die Keimergebnisse, dieser ist bei Roterle stärker als bei Weißerle. Am 14. Prüftag sind generell bei allen Verfahren 99 % der Endkeimergebnisse erreicht.

Zwischen den Erntejahren bestehen signifikante Unterschiede im Keimniveau, die während der letzten 10 Jahre qualitätsbedingt geringer werden. Die Streuung der Keimergebnisse ist bei allen Verfahren beträchtlich, sie liegt innerhalb der Erntejahre bei Roterle zwischen 30 und 40 %, bei Weißerle zwischen 40 und 50 %; zwischen den Erntejahren ist sie etwas niedriger.

Die Herkünfte der Roterle lassen sich anhand ihrer Keimergebnisse nicht trennen.

Im Durchschnitt etwas länger als zwei Jahre gelagertes Roterlen-Saatgut weist knapp 15 % geringere Keimergebnisse auf.

Vorschläge zur Veränderung bzw. Vereinfachung der Untersuchungsmethoden werden diskutiert, ebenso solche zur Erhöhung der Normwerte für Handelssaatgut.

4 Literaturverzeichnis

- Bay. Staatsministerium
f. Ernährung, Landwirt-
schaft u. Forsten
(Hrsg.):
Hilfstafeln für die Forsteinrichtung
Ausgabe 1966
- Bünning, E.:
Zur Kenntnis der endogenen Jahres-
rhythmik in Samen.
Naturwissenschaften 35, 221-222, 1948.
- Bünning, E.:
Zur Physiologie der endogenen Jahres-
rhythmik in Pflanzen, speziell in
Samen.
Z. Naturforsch. 4 b, 167-176, 1949.
- Bünning, E. und
Bauer, E. W.:
Über die Ursachen endogener Keimfähig-
keitsschwankungen in Samen.
Z. Bot. 40, 67-76, 1952.
- Bünning, E. und
Müssle, L.:
Der Verlauf der endogenen Jahresrhyth-
mik in Samen unter dem Einfluß ver-
schiedenartiger Außenfaktoren.
Z. Naturforsch. 6 b, 108-112, 1951.
- Bulat, H.:
Reduktionsvorgänge in lebendem Gewebe,
Formazane, Tetrazoliumsalze und ihre
Bedeutung als Redoxindikatoren im
ruhenden Samen.
Proc. Int. Seed Test. Ass. 26, 686-696,
1961.
- Dellinghausen, M.v. und
Stern, K.:
Über einige besondere Blütenformen der
Birke.
Silv. Gen. 7, 181-188, 1958.

- Dixon, W. J.: Biomedical Computer Programs No. 2. University of California Press, Berkeley and Los Angeles 1967.
- Eggebrecht, H.: Die Untersuchung von Saatgut. In: Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik, V, Verlag Neumann-Neudamm, Hamburg, 1949.
- Ehrendorfer, F.: Systematik und Evolution. In: Strasburger, Lehrbuch der Botanik. Verlag G. Fischer, Stuttgart. 30. Aufl., 1971.
- Eicke, G.: Statistische Ergebnisse aus Routine-Untersuchungen verschiedener forstlicher Baumarten. Landw. Forsch. 28. Sonderheft, Sauerländer Verlag, Frankfurt, 1973, S. 235-240.
- Firbas, F.: Systematik. Siebente Abteilung: Spermatophyta. In: Strasburger, Lehrbuch der Botanik, Fischer Verlag Stuttgart, 29. Aufl., 1967.
- Gebhardt, : Varianzanalyse mit Bartlett- und Duncan-Test. FORTRAN IV. DRZ Darmstadt, 1965.
- Haack, : Die Prüfung des Kiefernnsamens. Z. Forst- u. Jagdwes. 44, 193-222 u. 273-307, 1912.

- Hartmann, M.: Die Sexualität.
G. Fischer Verlag Stuttgart, 1956.
- Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa.
III/1. Hanser Verlag, München, 2. Aufl.,
1957.
- Koller, D.: Preconditioning of Germination in
Lettuce at Time of Fruit Ripening.
Amer. J. Bot. 49, 841-844, 1962.
- Kummerow, J.: Endogenous fluctuation of germination
capacity in *Dactylis glomerata*.
Amer. J. Bot. 50, 915-920, 1963.
- Kummerow, J.: Endogen-rhythmische Schwankungen der
Keimfähigkeit von Samen.
Hdb. Pflanzenphysiologie Bd. XV, 2,
721-726, Springer Verlag Berlin, 1965.
- Lakon, G.: Die Prüfung des Erlen- und Birkensaat-
gutes.
Saatgut-Wirtschaft 1, 219-221, 1949.
- Mc Vean, D. N.: Biological Flora of the British Isles.
Alnus glutinosa (L.) Gaertn.
(= *A. rotundifolia* Stokes)
Journal of Ecology 41, 1953.
- Mc Vean, D. N.: Ecology of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.
I + II.
Journal of Ecology 43, 46-71, 1955.

- Messer, H.: Neuere Untersuchungen über das Fruchten der Waldbäume.
Forstpflanzen-Forstsamen 1, Heft 3/4, 23-32, 1961.
- Miles, S. R.: Handbook of Tolerances and of Measures of Precision for Seed Testing.
Proc. Int. Seed Test. Ass. 28, 1963.
- Mudra, A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Verlag Parey, Berlin u. Hamburg, 1958.
- Murai und Saburo: Relationships of allied species between northwestern USA and Japan on the genus *Alnus*. In:
Biology of Alder. Proc. Symp. NW Sci. Ass. 14. Ann. Meet. Pullman, Washington 1967. Publ. 1968 by: Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station Forest Service. U.S. Dep. Agr. Portland Oregon.
- N. N.: Internationale Vorschriften für die Prüfung von Saatgut. 1966.
Proc. Int. Seed Test. Ass. 31, 1966.
- Rehackova, O.: Untersuchungen über die jährlichen Veränderungen des Keimprozentes und der Keimgeschwindigkeit von Föhren- und Lärchensamen.
Schweiz. Zt. Forstwes. 8, 459-467, 1954.

- Rohmeder, E.: Der Einfluß der Mondphasen auf die Keimung und erste Jugendentwicklung der Fichte.
Forstwiss. Cbl. 60, 593-603 u. 634-646, 1938.
- Rohmeder, E.: Untersuchung und Preisfestsetzung des Birken- und Erlensaatgutes.
Der Deutsche Forstwirt 21, 749-752, 1939.
- Rohmeder, E.: Der gewichtsbezogene Gebrauchswert beim Birken- und Erlensaatgut.
Saatgut-Wirtschaft 2, 110-112, 1950.
- Rohmeder, E.: Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen.
Bay. Landwirtschaftsverlag München, 1951.
- Rohmeder, E.: Das Saatgut in der Forstwirtschaft.
In: Grundlagen der Forstwirtschaft, Verlag Schaper, Hannover, 1959.
- Rohmeder, E.: Besprechung der Arbeit von MESSER, H. (1961) in: Forstliche Umschau, 5, 1962, S. 30.
- Rohmeder, E.: Einige Erfahrungen aus 33jähriger forstlicher Saatgutprüfung. 24. Sonderheft Landw. Forschung. Verlag Sauerländer, Frankfurt a. M. 1970, S. 135-142.

- Rohmeder, E.: Das Saatgut in der Forstwirtschaft.
Verlag Parey Hamburg, Berlin, 1972.
- Rohmeder, E. und
Schönbach, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume.
Parey Verlag Hamburg, Berlin , 1959.
- Ruge, U.: Keim schwankungen bei gärtnerischen
Kulturpflanzen im Jahreszyklus.
Gartenbauwissenschaft 20, 291-300,
1955.
- Schell, G.: Die Abhängigkeit der Lebenskraft und
der Pflanzengröße von der Keim-
schnelligkeit.
Forstwiss. Cbl. 79, 105-126, 1960.
- Schmidt, W.: Ein Blick in das Erbgut des Samen-
korns.
Forschungen und Fortschritte 5,
274-275, 1929.
- Schmidt, W.: Die Spiegelung der Jahreszeit in der
Samenaktivität.
Forschungen und Fortschritte 6,
325-326, 1930 a.
- Schmidt, W.: Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut.
Verlag "Der Deutsche Forstwirt",
Berlin 1930 b.
- Schmidt, W.: Anlage und statistische Auswertung
von Untersuchungen. Verlag Schaper,
Hannover 1961.

- Schönborn, A. von: Prognose der Waldsamenernte 1967.
Allg. Forstzeitschr. 22, 695-698,
1967.
- Schönborn, A. von: Die Aufbewahrung des Saatgutes der
Waldbäume.
BLV Verlagsges. München, Basel,
Wien, 1964.
- Schulz, A.: Beiträge zur Morphologie und Biologie
der Blüten. I.
Berichte Dt. Bot. Gesell. X, 303-313,
1892.
- Sperlich, A.: Die Fähigkeit der Linienerhaltung
(phyletische Potenz), ein auf die
Nachkommenschaft von Saisonpflanzen
mit festem Rhythmus ungleichmäßig
übergehender Faktor.
S.-B. Akad. Wiss. Wien, Mathem.-natur-
wiss. Kl. I., 128, 379-476, 1919.
- Sperlich, A.: Über den Einfluß des Quellzeitpunktes
von Treibmitteln und des Lichtes auf
die Samenkeimung von *Alectorolophus*
lursutus All.; Charakterisierung der
Samenruhe.
S.-B. Akad. Wiss. Wien, Mathem.-natur-
wiss. Kl. I, 128, 477-500, 1919.
- Stern, K.: Über die Abhängigkeit des Blühens der
Sandbirke von Erbgut und Umwelt.
Silv. Gen. 12, 26-31, 1963.

Lebenslauf

Geboren am 30. Juli 1941 in Königsberg/Pr. als Tochter des Forstassessors Gerd Eicke und seiner Frau Hildegard, geb. Pohlent.

- 1948 - 1952 Besuch der Volksschule in Berlebeck bei Detmold.
- 1952 - 1961 Besuch des Städt. Mädchengymnasiums in Detmold mit Abiturabschluß.
- 1961 Halbjährige landwirtschaftliche Lehre auf Gut Ankelohe bei Bederkesa.
- 1962 Vierteljährige forstliche Lehrzeit im Fürstl. Lippischen Forstamt Berlebeck bei Detmold.
- 1962 - 1966 Studium der Forstwissenschaft an den Universitäten Göttingen und München mit Diplomabschluß.

Seit 15. April 1966 wissenschaftliche Angestellte am Institut für Forstpflanzenzüchtung, Samenkunde und Immissionsforschung der Forstlichen Forschungsanstalt München.

